

PROJECTE D'INSTAL·LACIONS D'UN HABITATGE RURAL A MENORCA

Treball de Final de Grau



Autor: Roger Ortiz Perez

Tutor: Sergi Fillet Castella

25 de Juny de 2020



Resum

El projecte que es presenta a continuació, realitza el disseny sobre un conjunt d'instal·lacions d'un habitatge rural situat a Menorca. És un habitatge que està totalment aïllat, ja que es troba en mig de la muntanya, per tant, això vol dir que no hi ha cap tipus de connexió a xarxa.

L'habitatge consta de dues cases, una casa (casa principal) amb una ocupació de 9 persones i l'altra casa (casa vinculada) amb una ocupació de 4 persones.

Al ser un habitatge aïllat es promou l'ús d'energies renovables, concretament l'energia biomassa que serà utilitzada per la instal·lació de calefacció i per l'obtenció d'aigua calenta sanitària, i l'energia solar, per la producció d'energia elèctrica.

En tot moment és tindrà en compte que el projecte sigui el més sostenible per al medi ambient per això s'ha decidit en la instal·lació de subministrament d'aigua, el poder reutilitzar les aigües per poder oferir un segon ús en segons quins casos.

Cada instal·lació realitzada durant el projecte estarà regida per la normativa vigent.

Resumen

El proyecto que se presenta a continuación, realiza el diseño sobre un conjunto de instalaciones de una vivienda rural situada en Menorca. Es una vivienda que está totalmente aislada, ya que se encuentra en medio de la montaña, por lo tanto, esto significa que no hay ningún tipo de conexionado a la red.

La vivienda consta de dos casas, una casa (casa principal) con una ocupación de 9 personas y la otra casa (casa vinculada) con una ocupación de 4 personas.

Al ser una vivienda aislada se promueve el uso de energías renovables, concretamente la energía biomasa que será utilizada para la instalación de calefacción y para la obtención de agua caliente sanitaria, y la energía solar, para la producción de energía eléctrica.

En todo momento se tendrá en cuenta que el proyecto sea lo más sostenible para el medio ambiente, por ello se ha decidido en la instalación de suministro de agua, el poder reutilizar las aguas para poder ofrecer un segundo uso en según qué casos.

Cada instalación realizada durante el proyecto estará regida por la normativa vigente.

Abstract

The project presented below carries out the design of a set of facilities for a rural house located in Menorca. It is a house that is completely isolated, as it is located in the middle of the mountain, so this means that there is no network connection.

The house consists of two houses, one house (main house) with an occupancy of 9 people and the other house (attached house) with an occupation of 4 people.

Being a detached house, the use of renewable energies is promoted, specifically the biomass energy that will be used for the heating installation and for obtaining domestic hot water, and solar energy for production of electrical energy.

At all times it will be taken into account that the project is the most sustainable for the environment so it has been decided in the installation of water supply, the power to reuse the water to be able to offer a second use in which cases .

Each installation carried out during the project will be governed by current regulations.



Agraïments

Vull agrair a totes les persones que m'han ajudat a portar el treball d'una millor manera, i m'han motivat en els moments més difícils, que entre elles estan els meus pares, el meu germà, els meus amics i sobretot a la meva parella que ella també és enginyera i que m'ha suportat en moments difícils i m'ha intentat ajudar en tot el possible.

Per acabar donar les gràcies al meu director del tfg, ja que en moments que he estat perdut ell ha sapigut guiarme



ÍNDIX DE CONTINGUT

Resum	2
Resumen	3
Abstract	4
Agraïments.....	6
1. Prefaci.....	18
1.1. Origen del treball.....	18
1.2. Motivació.....	18
2. Introducció	19
2.1. Objectius del treball	19
2.2. Abast del treball	19
3. Descripció general	20
3.1. Emplaçament	20
3.2. Característiques de l'habitatge	20
4. Instal·lació de subministrament d'aigua	24
4.1. Reglamentació.....	24
4.2. Definicions i abreviatures.....	25
4.3. Descripció de la instal·lació i dels seus elements.....	27
4.3.1. Generalitats.....	27
4.3.2. Escomesa.....	29
4.3.3. Esquema general de la instal·lació	29
4.3.4. Instal·lació General.....	30
4.3.5. Clau de Registre.....	30
4.3.6. Clau de tall General	30
4.3.7. Filtre de la instal·lació general	30
4.3.8. Vàlvula de retenció o anti-retorn	30
4.3.9. Tub d'alimentació.....	31
4.3.10. Distribuïdor principal.....	31
4.3.11. Muntants.....	32
4.3.12. Comptadors.....	32
4.3.13. Instal·lacions particulars.....	32
4.3.14. Clau de pas de l'abonat	33
4.3.15. Derivació Particular	33
4.3.16. Sectorització	33
4.3.17. Derivacions d'aparell.....	34
4.3.18. Aigua freda sanitària	34
4.3.19. Aigua calenta sanitària	34
4.3.20. Aigües grises.....	34
4.3.21. Aigua de recirculació	35
4.4. Disposicions generals	35
4.4.1. Execució de les xarxes de canonades	35

4.4.1.1.	Condicions generals	35
4.4.1.2.	Prevenió i control de la legionel·losi	35
4.4.1.3.	Separacions respecte d'altres instal·lacions	36
4.4.1.4.	Unions i juntes	36
4.4.1.5.	Proteccions	37
4.4.1.6.	Accessoris.....	38
4.4.2.	Instal·lacions interiors	39
4.4.2.1.	Disposicions relatives als aparells	40
4.5.	Instal·lació de fontaneria exterior	41
4.5.1.	Extracció de l'aigua del pou	43
4.5.2.	Potabilització de l'aigua	49
4.5.3.	Emmagatzematge de l'aigua	52
4.5.4.	Subministrament de l'aigua als habitatges	55
4.6.	Situació dels elements de la instal·lació de fontaneria exterior	63
4.7.	Instal·lació interior	63
4.7.1.	Descripció dels habitatges.....	64
4.7.2.	Dimensionat dels punts de consum	65
4.7.2.1.	Condicions mínimes de subministrament.....	65
4.7.2.2.	Altres elements a tenir en compte en la instal·lació.....	67
4.7.3.	Cabal màxim de la instal·lació i coeficient de simultaneïtat	68
4.7.4.	Cabal màxim previsible de la casa principal	69
4.7.5.	Cabal màxim previsible de la casa vinculada.....	70
4.7.6.	Dimensionat dels trams	71
4.7.7.	Dimensionat de les derivacions a recintes humits i ramals d'enllaç	79
4.7.8.	Càlcul de la instal·lació	81
4.7.8.1.	Velocitat del fluid	81
4.7.8.2.	Pèrdua de càrrega	82
4.7.9.	Dimensionat de la instal·lació	84
4.7.10.	Dimensionat de la xarxa de retorn d'ACS.....	90
5.	Instal·lació d'aigües grises.....	93
5.1.	Consideracions	93
5.2.	Elecció de l'equip d'aigües grises	93
5.3.	Principi de funcionament	96
5.4.	Cabals i trams de la instal·lació	97
5.5.	Dimensionat de la instal·lació	99
6.	Instal·lació d'evacuació d'aigües	102
6.1.	Reglamentació.....	102
6.2.	Definicions.....	103
6.3.	Descripció de la instal·lació	106
6.3.1.	Generalitats.....	106
6.3.2.	Pendents	107
6.3.3.	Unions	107
6.3.4.	Suports	107
6.3.5.	Dispositius sifònics	107
6.4.	Evacuació exterior	108

6.4.1.	Mètode escollit per l'evacuació d'aigües residuals	108
6.4.2.	Dimensionat i ubicació del sistema d'evacuació d'aigües	118
6.5.	Evacuació interior	120
6.5.1.	Evacuació aigües residuals	120
6.5.1.1.	Aparells individuals	121
6.5.1.2.	Sifons i derivacions individuals	121
6.5.1.3.	Baixants	123
6.5.1.4.	Col·lectors	124
6.5.1.5.	Pericons	124
6.5.1.6.	Ventilació de la xarxa d'evacuació	125
6.5.1.7.	Dimensionat i càlculs de la instal·lació	126
6.5.2.	Evacuació d'aigües grises	129
6.5.2.1.	Dimensionat d'aigües grises	129
6.5.3.	Evacuació de les aigües pluvials	131
6.5.3.1.	Canelons aigües pluvials	132
6.5.3.2.	Baixants aigües pluvials	136
7.	Instal·lació de climatització i obtenció d'ACS	137
7.1.	Reglamentació	137
7.2.	Requisits a tenir en compte	137
7.3.	Font d'energia renovable seleccionada	138
7.4.	Elecció de la potència de la caldera biomassa	140
7.5.	Demanda energètica	145
7.6.	Elecció de la caldera	146
7.7.	Sala de calderes	147
7.7.1.	Dipòsit d'inèrcia	147
7.7.2.	Xemeneia	148
7.8.	Combustible necessari	148
7.9.	Sistema d'emmagatzematge i alimentació	149
7.10.	Dipòsits d'inèrcia pel sistema de calefacció	150
7.11.	Terra radiant	150
7.12.	Sistema hidràulic de calefacció i ACS	151
8.	Instal·lació de ventilació	152
9.	Instal·lació elèctrica	157
9.1.	Normativa	157
9.2.	Generació d'energia elèctrica	157
9.3.	Previsió de càrregues i potencia de l'habitatge	158
9.4.	Potència total prevista	165
9.5.	Grau d'electrificació dels habitatges	165
9.6.	Instal·lació d'enllaç	167
9.6.1.	Quadre general de protecció	168

9.6.2.	Derivació individual	169
9.6.3.	Subquadres dels habitatges	172
9.6.3.1.	Característiques dels circuits	172
9.6.3.2.	Característiques del subquadre casa principal part gran.....	175
9.6.3.3.	Característiques del subquadre casa principal part petita	176
9.6.3.4.	Característiques del subquadre casa vinculada	178
9.6.3.5.	Característiques del subquadre de la sala de màquines.....	179
9.6.4.	Seccions i característiques dels conductors	180
10.	Instal·lació de posada a terra.....	186
11.	Pressupost	191
12.	Conclusions	211
13.	Bibliografia	212

ANNEX 1: Plànols

ÍNDEX DE PLÀNOLS

- **01:** Situació i emplaçament de l'habitatge
- **02:** Planta baixa de la casa principal
- **03:** Primera planta de la casa principal
- **04:** Casa vinculada
- **05:** Instal·lació de subministrament d'aigua exterior
- **06:** Instal·lació de subministrament d'aigua interior/aigües grises de la casa principal planta baixa.
- **07:** Instal·lació de subministrament d'aigua interior/aigües grises de la casa principal primera planta
- **08:** Instal·lació de subministrament d'aigua interior/aigües grises de la casa vinculada
- **09:** Instal·lació d'evacuació d'aigua exterior
- **10:** Instal·lació d'evacuació d'aigua interior casa principal planta baixa
- **11:** Instal·lació d'evacuació d'aigua interior casa principal primera planta
- **12:** Instal·lació d'evacuació d'aigua interior casa vinculada
- **13:** Instal·lació de climatització i obtenció d'ACS exterior
- **14:** Instal·lació de terra radiant de la casa principal planta baixa
- **15:** Instal·lació de terra radiant de la casa principal primera planta
- **16:** Instal·lació de terra radiant de la casa vinculada
- **17:** Esquema de principi de la instal·lació de climatització i obtenció d'ACS
- **18:** Instal·lació de ventilació de la casa principal primera planta
- **19:** Instal·lació de ventilació de la casa vinculada
- **20:** Pre-disseny solar de l'habitatge

- **21:** Instal·lació elèctrica d'enllaç
- **22:** Instal·lació elèctrica casa principal part gran planta baixa
- **23:** Instal·lació elèctrica casa principal part gran primera planta
- **24:** Instal·lació elèctrica casa principal part petita
- **25:** Instal·lació elèctrica casa vinculada
- **26:** Esquema unifilar del quadre general de protecció
- **27:** Esquema unifilar del subquadre de la casa principal part gran
- **28:** Esquema unifilar del subquadre de la casa principal part petita
- **29:** Esquema unifilar del subquadre de la casa vinculada
- **30:** Esquema unifilar del subquadre de la sala de màquines
- **31:** Instal·lació de posada a terra de la casa principal
- **32:** Instal·lació de posada a terra de la casa vinculada
- **33:** Instal·lació de posada a terra de la sala de màquines

ANNEX 2: Pre-disseny solar

ANNEX 3: Fitxes tècniques

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1 Espais de la casa principal planta baixa	22
Taula 2. Espais de la casa principal de la primera planta	23
Taula 3. Espais de la casa vinculada	23
Taula 4: Material de les canonades de fontaneria	27
Taula 5: Diàmetres normalitzats de polipropilè	28
Taula 6: Dimensions de les masses subterrànies	41
Taula 7: Dimensions de la canonada de la bomba submergible	46
Taula 8: característiques de la bomba de pou.	49
Taula 9: Característiques de la planta potabilitzadora	51
Taula 10: Elecció de la planta potabilitzadora.	51
Taula 11: Característiques dels dipòsits exteriors verticals	53
Taula 12: Característiques de la canonada del tram 0-1	57
Taula 13: Característiques de la canonada del tram 0-1	60
Taula 14: Característiques de la canonada del tram 0-1	61
Taula 15: Característiques de la canonada del tram 0-1	62
Taula 16: Cabal instantani mínim per cada tipus d'aparell	66
Taula 17: Aparells del Cabal instantani mínim de la casa principal.	66
Taula 18: Aparells del Cabal instantani mínim de la casa vinculada	67
Taula 19: Cabals i trams de subministrament aigua freda de la casa principal.	74
Taula 20: Cabals i trams de subministrament aigua calenta de la casa principal.	76
Taula 21: Cabals i trams de subministrament aigua freda de la casa vinculada	77
Taula 22: Cabals i trams de subministrament aigua calenta de la casa vinculada	78
Taula 23: Diàmetres mínims de derivacions dels aparells.	79
Taula 24: Diàmetres mínims d'alimentació	80
Taula 25: Pèrdues de càrrega en els accessoris	83
Taula 26: Dimensionat instal·lació aigua freda de la casa principal. Font:	86
Taula 27: Taula: Dimensionat instal·lació aigua calenta de la casa principal	87
Taula 28: Dimensionat instal·lació aigua freda de la casa vinculada	88
Taula 29: Dimensionat instal·lació aigua calenta de la casa vinculada	89
Taula 30: Diàmetres mínims d'alimentació	90
Taula 31: Necessitats d'aigua reciclada per dia	93
Taula 32: Producció d'aigua gris per dia	94
Taula 33: Cabals i trams de subministrament de les aigües grises reciclades de la casa principal	98
Taula 34: Cabals i trams de subministrament de les aigües grises reciclades de la casa vinculada	98
Taula 35: Dimensionat de la instal·lació d'aigües grises de la casa principal	101
Taula 36: Dimensionat de la instal·lació d'aigües grises de la casa vinculada	101
Taula 37: Diàmetres normalitzats de polipropilè	106
Taula 38: Mòduls pre-fabricats per filtre de fibra de coco	110
Taula 39: Dimensions fossa sèptica casa principal	111
Taula 40: Dimensions fossa sèptica casa vinculada	111
Taula 41: Dimensions mòduls Biococo SPE	111
Taula 42: Característiques del Tub drenotube IF 300	116
Taula 43: Unitats de desguàs per cada aparell	121
Taula 44: Diàmetre mínim dels sifons i derivacions individual	121

Taula 45: Màxim nombre d'unitats de descarrega suportades per la derivació en col·lector individual	122
Taula 46: Diàmetre dels baixants segons el número d'alçades de l'edifici i el número de UD.	123
Taula 47: Diàmetre dels col·lectors horitzontals en funció del número màxim de UD i la pendent adoptada.....	124
Taula 48: Dimensions dels pericons en funció del col·lectors.....	125
Taula 49: Dimensions de les derivacions-derivacions col·lectors de la casa principal.....	126
Taula 50: Dimensions del baixant de la casa principal.....	127
Taula 51: Dimensions dels col·lectors de la casa principal.....	127
Taula 52: Dimensions de les derivacions-derivacions col·lectors de la casa vinculada	128
Taula 53: Unitats i diàmetres dels aparells d'aigües grises.....	129
Taula 54: Dimensions de les derivacions-derivacions col·lectors d'aigües grises de la casa principal.....	130
Taula 55: Dimensions del baixant de la casa principal.....	130
Taula 56: Dimensions dels col·lectors de la casa principal.....	130
Taula 57: Dimensions de les derivacions-derivacions col·lectors d'aigües grises de la casa vinculada	131
Taula 58: Dimensions dels col·lectors de la casa principal.....	131
Taula 59: Diàmetre nominal dels canelons per un règim pluviomètric de 100mm/h.	132
Taula 60: Diàmetre nominal dels baixants per un règim pluviomètric de 100mm/h.....	136
Taula 61: Paràmetres del consum ACS de la casa principal	141
Taula 62: Acumulador d' ACS de la casa principal.....	142
Taula 63: Càlcul de la potència de la caldera de la casa principal.....	143
Taula 64: Paràmetres del consum ACS de la casa vinculada.....	143
Taula 65: Càlcul de la potència de la caldera de la casa principal.....	144
Taula 66: Diferents models d'unitats d'interior	155
Taula 67: Equips d'unitat exterior	156
Taula 68: Previsió de càrregues potències dels circuits casa principal part gran.	159
Taula 69: Previsió de càrregues real de la casa principal part gran.	160
Taula 70: Previsió de càrregues potències dels circuits de la casa principal part petita	161
Taula 71: Previsió de càrregues real de la casa principal part petita.....	161
Taula 72: Previsió de càrregues potències dels circuits de la casa vinculada	162
Taula 73: Previsió de càrregues real de la casa vinculada.	163
Taula 74: Previsió de càrregues potències dels circuits de la sala de màquines	164
Taula 75: Previsió de càrregues real de la sala de màquines.....	164
Taula 76: Grau d'electrificació dels habitatges en subministrament monofàsic	165
Taula 77: Comprovació intensitats PIA de la casa principal part gran	176
Taula 78: Comprovació intensitats PIA de la casa principal part petita	177
Taula 79: Comprovació intensitats PIA de la casa vinculada	179
Taula 80: Comprovació intensitats PIA de la sala de màquines.....	180
Taula 81: Càlculs seccions dels conductors de la casa principal part gran.	182
Taula 82: Resum característiques de les seccions de la casa principal part gran	182
Taula 83: Càlculs seccions dels conductors de la casa principal part petita	183
Taula 84: Resum característiques de les seccions de la casa principal part gran	183
Taula 85: Càlculs seccions dels conductors de la casa vinculada.....	184
Taula 86: Resum característiques de les seccions de la casa vinculada.....	184
Taula 87: Càlculs seccions dels conductors de la sala de màquines.	185
Taula 88: Resum característiques de les seccions de la sala de màquines.	185

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Ubicació de L'habitatge.	20
Figura 2. Terreny de l'habitatge	21
Figura 3. Diferenciació de les cases de l'habitatge.....	21
Figura 4: Esquema general	29
Figura 5: Mapa cartogràfic de les masses subterrànies.....	41
Figura 6: Concentració de nitrats en el mapa de Menorca.....	42
Figura 7: Ubicació del pou d'aigua.	42
Figura 8: Bomba de raig per a pous poc profund.....	43
Figura 9: Bomba de raig per a pous poc profunds	44
Figura 10: Bomba submergible per a pou profunds	44
Figura 11: Bomba submergible per a pou profunds.	48
Figura 12: Corba de rendiment de la Bomba submergible Grundfos SQ 1-65.....	48
Figura 13: Planta potabilitzadora mitjançant tractament d'ultrafiltració.....	50
Figura 14: Dipòsits exteriors verticals	54
Figura 15: Electrobomba centrífuga.....	55
Figura 16: Bomba grundfos JP 5-48.....	59
Figura 17: Dimensions de la bomba grundfos JP 5-48	59
Figura 18: Corba de rendiment de la bomba JP5-48.....	60
Figura 19: Corba de rendiment bomba Grundfos JP5-48	61
Figura 20: Ubicació dels components de la instal·lació exterior de fontaneria	63
Figura 21: Bomba recirculadora Grundfos comfort	91
Figura 22: Corba característica de la bomba Grundfos comfort.....	92
Figura 23: Equip de reciclatge aigües grises GREM 500 VS.....	95
Figura 24: Esquema de distribució de l'equip de reciclatge aigües grises GREM 500 VS	96
Figura 25: Esquema del tractament d'aigües grises.....	97
Figura 26: Bomba submergible Grundfos model MTH 2-4/4. Font: grundfos.com	99
Figura 27: Corba característica de la bomba submergible de la casa principal	100
Figura 28: Corba característica de la bomba submergible de la casa vinculada.....	100
Figura 29: Equip de depuració per les aigües residuals	109
Figura 30: Equip de depuració casa vinculad	110
Figura 31: Equip de depuració casa principal.....	110
Figura 32: Fossa sèptica	111
Figura 33: Mòdul amb filtre de coco	111
Figura 34: Pericó de dues vies per la casa principal	112
Figura 35: Tubs per la infiltració de les aigües	113
Figura 36: Demostració del filtrat dels següents material	113
Figura 37: Passos a seguir per fer la instal·lació.....	114
Figura 38: Profunditats mínimes de la instal·lació.	115
Figura 39: Esquema de la instal·lació	115
Figura 40: Esquema de la instal·lació d'infiltració de la casa principal	116
Figura 41: Esquema de la instal·lació d'infiltració de la casa vinculada.....	117
Figura 42: Esquema de la instal·lació del sistema d'evacuació d'aigües residuals de la casa principal.....	118
Figura 43: Esquema de la instal·lació del sistema d'evacuació d'aigües residuals de la casa vinculada	119
Figura 44: Ubicació dels sistemes d'evacuació d'aigües residuals.....	119

Figura 45: Mapa de les zones pluviomètriques de Espanya	132
Figura 46: Desnivells de les cobertes de la casa principal.....	133
Figura 47: Cobertes de la casa principal.....	134
Figura 48: Desnivells de les cobertes de la casa vinculada	135
Figura 49: Cobertes de la casa vinculada	135
Figura 50: Caldera Termosun (Herz firematic 35Kw)	146
Figura 51: Magatzem del combustible de la caldera	150
Figura 52: Unitat exterior.....	152
Figura 53: Unitat interior.....	153
Figura 54: Esquema de connexió entre la unitat interior i exterior	153
Figura 55: Esquema Instal·lació d'enllaç	168



1. Prefaci

1.1. Origen del treball

Aquest treball en si, ha sorgit perquè el món de les instal·lacions sempre m'ha cridat molt l'atenció, ja que considero que és una de les coses fonamentals per la producció i construcció d'habitatges.

Així que primerament, quan vaig realitzar les pràctiques d'universitat vaig decidir endinsar-me en aquest món, per adonar-me si era el que m'agradava. Un cop vaig veure que tot el relacionat amb les instal·lacions m'agradava, vaig decidir que el meu projecte aniria encaminat en aquest aspecte.

Així que vaig decidir que volia fer un projecte d'instal·lacions d'un habitatge totalment aïllat en tots els aspectes.

1.2. Motivació

La motivació principal d'aquest projecte es bàsicament endinsar-se en instal·lacions que mai he vist i que mai he realitzat, ja que jo com enginyer elèctric només tinc coneixements sobre el meu ramal.

Vaig pensar que el millor moment per poder conèixer i formar-me en altres àmbits era el treball final de grau, ja que estaria fent un treball del que a mi m'agrada i que a part m'estaria formant en altres àmbits que no només l'elèctric, perquè crec que un enginyer per molt s'especialitzi en una modalitat, mai ha de tancar les portes de tenir coneixements que no siguin del seu àmbit.

2. Introducció

2.1. Objectius del treball

S'estableix com a meta principal el fet de poder realitzar de forma correcta totes les instal·lacions que seran realitzades i poder satisfer les necessitats dels habitants de l'habitatge.

Un cop establerta la meta principal, es proposen diferents objectius de projecte per assolir durant el desenvolupament del treball:

- Que sigui un habitatge sostenible i no depengui de l'exterior
- La utilització d'energies renovables per reduir un impacte mediambiental
- Detallar el cost econòmic total que suposa el projecte

Per una altra part a nivell d'objectius personals, es pretén aplicar els coneixement establert durant el transcurs de les pràctiques d'universitat, i poder realitzar un projecte amb unes condicions reals.

Finalment transmetre al lector com quins criteris s'han de aplicar per realitzar un bon projecte d'instal·lacions

2.2. Abast del treball

En aquest projecte es dimensionaran i es calcularan les diferents instal·lacions requerides, però sense tenir en compte la rentabilitat.

Les instal·lacions que es duran a terme són les següents:

- Instal·lació de subministrament d'aigua
- Instal·lació d'aigües grises
- Instal·lació d'evacuació d'aigües
- Instal·lació de climatització i obtenció d'aigua calenta sanitària
- Instal·lació de ventilació
- Instal·lació elèctrica
- Instal·lació de posada a terra

3. Descripció general

3.1. Emplaçament

L'habitatge es troba situat a Menorca, concretament al poble d'Alayor. Com es pot observar a la següent figura, és una habitatge que està totalment aïllat, ja que es troba en mig de la muntanya, això fa que no tingui cap connexió a xarxa.

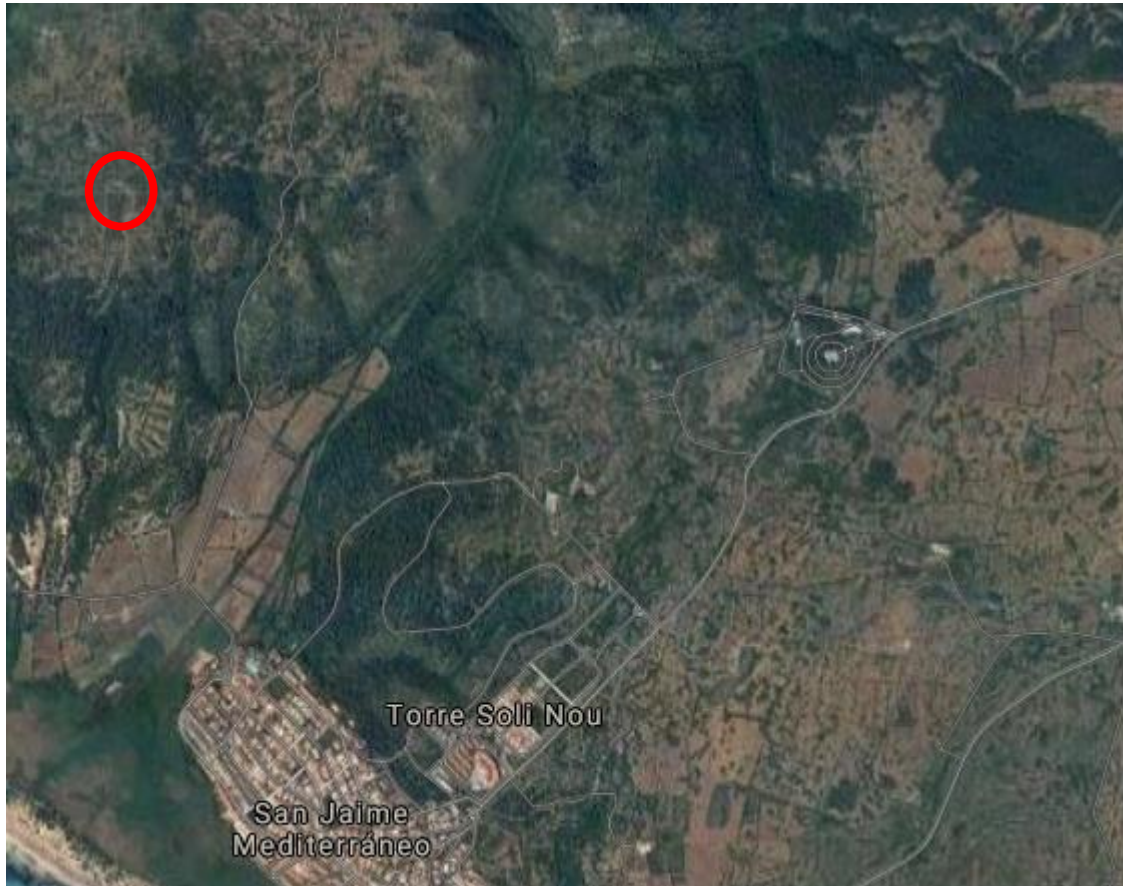


Figura 1. Ubicació de L'habitatge. Font: googlemaps.com

3.2. Característiques de l'habitatge

L'habitatge rural té un gran terreny que està format per dues cases:

- Casa principal
- Casa vinculada



Figura 2. Terreny de l'habitatge. Font: googlemaps

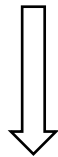


Figura 3. Diferenciació de les cases de l'habitatge. Font: googlemaps

L'habitatge rural està format per una família de 13 persones en les quals la casa principal té una ocupació de 9 persones i està formada per dues plantes amb una superfície total de 362,44 m², i la casa vinculada té una ocupació de 4 persones amb una superfície total de 305,15 m².

A continuació es mostren els espais de cadascuna de les cases:

- **Planta baixa de la casa principal**

Espai	Superfície (m ²)
Rebedor	34,25
Menjador	40,9
Sala d'estar	34,60
Porxo	12,60
Cuina 1	9,38
Rebost	2,33
Bany 1	2,75
Traster	3,26
Despatx	5,50
Dormitori convidats	15,76
Bany 2	2,98
passadís	3,22
Petit rebost	4,75
Terrassa 1	39,42
safareig	9,76
Cuina 2	11,82
Bany 3	3,02
Dormitori 3	11,91
Bany 4	2,92
Dormitori 4	11,17
Bany 5	2,94
Dormitori 5	11,20
Terrassa 2	25,40

Taula 1 Espais de la casa principal planta baixa. Font: Pròpia

- **Primera planta de la casa principal**

Espai	Superfície (m ²)
Dormitori 2	15,65
Bany 6	7,52
Distribuïdor	5,75
Dormitori 3	22,97
Terrassa 3	8,71

Taula 2. Espais de la casa principal de la primera planta. Font: Pròpia

- **Casa vinculada**

Espai	Superfície (m ²)
Cuina	15,96
Menjador	33,31
Sala d'estar	82
Sala de Jocs	97,22
Dormitori 1	22,67
Bany 1	6,21
Dormitori 2	13,16
Bany 2	2,74
Bany 3	2,71
Traster	6,68
Despatx	9,73
Rebot	5,43
Safareig	4,96
Bany 4	2,37

Taula 3. Espais de la casa vinculada. Font: Pròpia

4. Instal·lació de subministrament d'aigua

Aquesta instal·lació té com objectiu establir i justificar les mesures adequades i necessàries per realitzar de forma correcta una instal·lació de fontaneria.

El objectiu principal d'aquesta instal·lació és el subministrament d'aigua freda i calenta als usuaris de l'habitatge.

També s'ha realitzat el tractament d'aigües grises, que bàsicament tracta en aprofitar l'aigua d'alguns elements ja utilitzada per poder reutilitzar-la en l'ompliment de les cisternes dels inodors i pel regadiu de la parcel·la, per així aconseguir un estalvi d'aigua.

La instal·lació de fontaneria es compondrà de diverses parts:

- **Instal·lació de subministrament d'aigua exterior:** Al no tenir una xarxa de distribució d'aigua pública s'haurà de fer el subministrament des d'un pou d'aigües subterrànies, on aquesta aigua haurà de ser tractada per poder ser consumida, mitjançant una potabilitzadora .

Un cop aquesta aigua estigui llesta per consumir serà emmagatzemada en una cisterna o dipòsit i després ja podrà ser subministrada mitjançant uns sistemes de bombeig. Més endavant es presenta una explicació més detallada. Per tant, no es disposarà d'escomesa ja que no hi haurà subministrament extern.

- **Instal·lació de subministrament d'aigua interior:** Es centrarà bàsicament en la part interna de l'habitatge, és a dir tot el subministrament intern de les cases, més endavant serà explicat en detall. En aquesta part també s'explicarà la instal·lació d'aigües grises.

4.1 Reglamentació

La instal·lació de subministrament d'aigua es realitzarà i regirà segons la normativa següent:

- CTE. Codi tècnic de l'edificació. Reial decret. 314/2006 de 17 de març de 2.006
 - Document bàsic Salubritat DB HS4. Subministrament d'aigua
- Decret d' Ecoeficiència. Decret 21/2006, de 14 de febrer de 2.006
- RITE. Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis, R.D. 1027/2007 de 29 d'agost de 2.007
- Real Decret 865/2003, 4 de juliol pel que s'estableixen els criteris higiènic-sanitaris per la prevenció i control de la legionel·losis.
- Criteris. sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà Real Decreto 140/2003 de 7 de febrer.

Totes les canonades i elements que conformin la instal·lació d'aigua seguiran les normatives UNE (a nivell de toleràncies, característiques mecàniques i condicions tècniques de subministrament). En concret:

- Canonades de polietilè segons UNE EN 12201:2003
- Canonades de polietilè reticulat segons UNE EN ISO 15875:2004
- Canonades de polipropilè segons UNE EN 15874:2004

4.2. Definicions i abreviatures

AFS : Aigua freda sanitària.

ACS : Aigua calenta sanitària.

A.Ret: Aigua de retorn o recirculació.

Ascendents (o muntants): canonades verticals que enllacen el distribuïdor principal amb les instal·lacions interiors particulars o derivacions col·lectives.

Cabal instantani: volum d'aigua subministrat per unitat de temps.

Cabal instantani mínim: cabal instantani que han de rebre els aparells sanitaris amb independència de l'estat de funcionament.

Cabal simultani: cabal que es produeix pel funcionament lògic simultani d'aparells de consum o unitats de subministrament.

Comptadors divisionaris: aparells que mesuren els consums particulars de cada abonat i el de cada servei que així ho requereixi l'edifici. En general s'instal·laran sobre les bateries.

Comptador general: aparell que mesura la totalitat dels consums produïts a l'edifici.

Dipòsit d'acumulació: dipòsit que servirà bàsicament, en els grups de pressió, per a la succió d'aigua per les electrobombes corresponents sense fer-ho directament des de la xarxa exterior; de reserva quan el subministrament habitual sigui discontinu o insuficient.

Derivació d'aparell: canonada que enllaça la derivació particular o una de les seves ramificacions amb un aparell de consum.

Derivació particular: canonada que enllaça el muntant amb les derivacions d'aparell, directament o a través d'una ramificació.

Diàmetre nominal: número convencional que serveix de referència i forma part de la identificació dels diversos elements que s'acoblen entre si en una instal·lació, podent-ne referir al diàmetre interior o al diàmetre exterior. Venen especificats en les normes UNE corresponents a cada tipus de canonada.

Distribuïdor principal: canonada que enllaça els sistemes de control de la pressió i els muntants o derivacions.

Escomesa: canonada que enllaça la instal·lació general de l'edifici amb la xarxa exterior de subministrament.

Espessor nominal: número convencional que s'aproxima a l'espessor del tub.

Fluxor: element de descàrrega que disposa de tancament automàtic i que al ser accionat permet el pas d'un gran cabal durant el temps que estigui accionat.

Fluxor: clau, temporitzada, de tancament automàtic que al ser oberta es capaç de proporcionar un cabal d'aigua abundant en un breu període de temps, empleada generalment per substituir el dipòsit de descàrrega en els inodors i aparells empleats en serveis d'ús públic.

Grup de sobreelevació: equip que permet disposar d'una pressió major que la que proporciona la xarxa de distribució.

Instal·lació general: conjunt de canonades i elements de control i regulació que enllacen l'escomesa amb les instal·lacions interiors particulars i les derivacions col·lectives.

Instal·lació interior particular: part de la instal·lació compresa entre cada comptador i els aparells de consum de l'abonat corresponent.

Xarxa de canonades, claus i dipòsits que recorren per l'interior de la propietat particular, des de la clau de pas fins als corresponents punts de consum. Està composta de:

Clau de pas: que permetrà el tall del subministrament a tota ella.

Derivacions particulars: tram de canalització compresa entre la clau de pas i els ramals d'enllaç.

Ramals d'enllaç: trams que connecten la derivació particular amb els distints punts de consum.

Punt de consum: tot aparell o equip individual o col·lectiu que requereixi subministrament d'aigua freda per a la seva utilització directa o per la seva posterior conversió en ACS.

Local humit: local en el que existeixen aparells que consumeixen aigua, alimentats per les derivacions d'aparell de la instal·lació interior particular.

Clau de pas: clau col·locada en el tub d'alimentació que pot tallar-se el pas de l'aigua fins la resta de la instal·lació interior.

Clau de registre: clau col·locada al final de l'escomesa per a que pugui tancar-se el pas de l'aigua fins la instal·lació interior.

Passamurs: orifici que es practica en el mur d'un tancament de l'edifici per al pas d'una canonada, de manera que aquesta quedi solta i permeti la lliure dilatació.

Pressió de prova: pressió manomètrica a la que es sotmet la instal·lació durant la prova d'estanqueïtat.

Pressió de servei: pressió manomètrica del subministrament d'aigua a la instal·lació en règim estacionari.

Pressió de treball: valor de la pressió manomètrica interna màxima per a la que s'ha dissenyat el tub, considerant un ús continuat de 50 anys.

Pressió nominal: número convencional que coincideix amb la pressió màxima de treball a 20 °C.

Prova de resistència mecànica i estanquitat: prova que consisteix en sotmetre a pressió d'una xarxa de canonades amb el fi de detectar ruptures en la instal·lació i falta d'estanqueïtat.

Purgat: consisteix en eliminar o evacuar l'aire de les canonades de la instal·lació.

Tub d'alimentació: canonada que enllaça la clau de tall general i els sistemes de control i regulació de la pressió o el distribuïdor principal.

Vàlvula de retenció: dispositiu que impedeix automàticament el pas d'un fluid en sentit contrari al normal funcionament de la mateixa.

Vàlvula de seguretat: dispositiu que s'obre automàticament quan la pressió del circuit puja per sobre del valor de tarat, descarregant l'excés de pressió a l'atmosfera. El seu escapament serà reconduït a desguàs.

4.3. Descripció de la instal·lació i dels seus elements

4.3.1. Generalitats

Des de la xarxa de distribució sortirà una escomesa, on es col·locarà una clau de presa, una clau de registre i una clau de pas o clau general d'edifici. En aquesta darrera clau és on començarà el tub d'alimentació de l'edifici que enllaçarà amb la instal·lació interior de l'edifici. Això seria si fos una instal·lació tenint una xarxa de distribució pública d'aigua, però com no es el cas, la nostra instal·lació tindrà unes variacions.

A cada comptador i, abans d'entrar a la instal·lació, s'instal·larà una clau de tall d'abonat de fàcil accés per a aquest i una vàlvula de retenció a la sortida del mateix.

La distribució interior dels habitatges es farà per la zona propera al sostre i es ramificarà en tubs de recorregut vertical descendent fins a cada un dels aparells de consum.

Els tipus de tub que s'utilitzaran per cada zona de la instal·lació seran els següents:

Tub d'alimentació	Polipropilè (PP)
Muntants i traçats generals	Polipropilè (PP)
Instal·lacions interiors	Polipropilè (PP)
Instal·lació exterior	Polipropilè (PP)

Taula 4: Material de les canonades de fontaneria . Font: CTE

Com s'ha comentat anteriorment, el material que s'utilitza per la instal·lació és el polipropilè, ja que és un polímer que degut a les seves excel·lents propietats, el converteixen en una de les millors alternatives per la distribució i subministració d'aigua potable a pressió.

Ens preguntarem perquè son tan ideals aquestes canonades de polipropilè per aigua freda i calenta sanitària?

Algunes propietats a destacar que fan el motiu que siguin tant ideals són les següents:

- No transmeten olor ni sabor a l'aigua.
- Són resistents a les condicions de treball (pressió i temperatura).
- La unió es realitza per termofusió. No precisa de connexions mecàniques ni material d'aportació.
- No sofreix corrosió, ni externa ni interna.

Així que les canonades de polipropilè de la instal·lació seran del fabricant **Aquatherm Ibérica S.L.**

Aquest fabricant té una gran varietat de games i models. Per a aquesta instal·lació s'ha decidit utilitzar la gama de canonades aquatherm green pipe i concretament el model sèrie 3,2/SDR 7,4 MF.

Els diàmetres normalitzats que subministra aquest model són els següents:

Aquatherm green pipe - Sèrie 3,2 / SDR 7,4 MF			
Diàmetre Nominal (mm)	Gruix (mm)	Diàmetre Exterior (mm)	Diàmetre Interior (mm)
20	2,8	20	14,4
25	3,5	25	18
32	4,4	32	23,2
40	5,5	40	29
50	6,9	50	36,2
63	8,6	63	45,8
75	10,3	75	54,4
90	12,3	90	65,4
110	15,1	110	79,8
125	17,1	125	90,8
160	21,9	160	116,2
200	27,4	200	145,2
250	34,2	250	181,6
315	42,6	315	229,8
355	48	355	259

Taula 5: Diàmetres normalitzats de polipropilè. Font: aquatherm.com

Si ens fixem en el diàmetre nominal més petit és de 20 mm, això es degut a que els diàmetres inferiors cada cop s'utilitzen menys i ja comencen a fabricar amb un diàmetre de 20mm, en alguns casos també fabriquen de 16 mm, però en el nostre cas no.

Així que la present instal·lació partirà com a mínim amb canonades de 20 mm.

4.3.2. Escomesa

L'escomesa és la conducció que enllaça la instal·lació general interior de l'edifici amb el tub de la xarxa de distribució pública mitjançant un collarí.

En el cas present, com l'habitatge no té xarxa de distribució pública ja que està aïllat en tots els sentits, el CTE menciona que per escomeses que es realitzin des de captacions privades o en zones rurals en les que no existeixi una xarxa general de subministrament d'aigua, els equips a instal·lar seran els següents:

- una vàlvula de peu
- bomba per poder subministrar l'aigua
- vàlvules de registre
- vàlvules generals de tall

A la documentació gràfica es veurà reflectida.

4.3.3. Esquema general de la instal·lació

Segons el CTE, el esquema general de la instal·lació ha de ser d'un dels dos tipus que hi ha mencionats, en aquest cas es regirà per la següent opció:

- Xarxa amb comptadors aïllats, composta per l'escomesa, la instal·lació general que conté els comptadors aïllats, les instal·lacions particulars i les derivacions col·lectives. Òbviament la present instal·lació no serà igual, ja que la captació d'aigua prové d'un pou, per tant hi haurà més elements. Però es mantindrà la idea de l'esquema, ja que són dos habitatges.

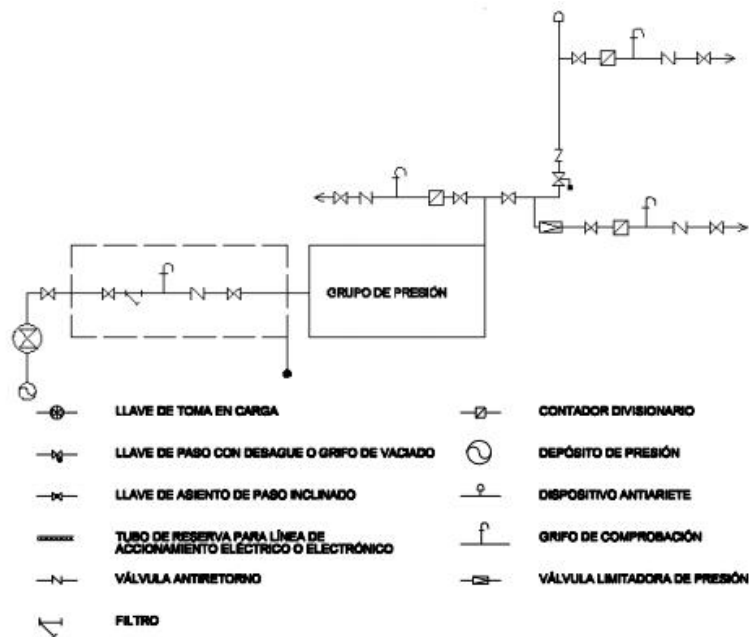


Figura 4: Esquema general . Font: CTE

4.3.4. Instal·lació General

La instal·lació interior general de l'edifici és la que es desenvolupa des de la clau de pas fins la instal·lació interior particular, contenint el tub d'alimentació i la bateria de comptadors divisionaris o comptador únic.

Serà realitzada per un instal·lador autoritzat per la Delegació Provincial del Ministeri d'Indústria.

4.3.5. Clau de Registre

La clau de registre és la clau que es troba situada sobre l'escomesa, en la via pública, a prop de l'edifici. La seva maniobra la realitzarà només la companyia subministradora o persona autoritzada sense que els abonats, propietaris ni tercers persones puguin manipular-la.

En aquest cas estarà situada entre la canonada del pou i la sala de màquines.

A la documentació gràfica es veurà reflectida.

4.3.6. Clau de tall General

La clau de tall general serveix per interrompre el subministrament d'aigua a l'edifici (en aquest cas les cases), estarà situada dins de la propietat, en una zona d'ús comú, accessible per la manipulació i senyalada adequadament per permetre la seva identificació.

En el present cas situada a la sala de màquines, més endavant quan s'expliqui la instal·lació exterior s'entrarà en detall de tots els elements que hi haurà en aquesta sala de màquines i es concretarà on estarà situada aquesta clau general.

4.3.7. Filtre de la instal·lació general

S'instal·larà el filtre a continuació de la clau general de l'edifici.

Aquest serà del tipus Y amb un llinar de filtratge comprés entre 25 i 50 μm , amb malla d'acer inoxidable i bany de plata, per evitar la formació de bacteries i auto neteja.

La col·locació del filtre es troba reflectida a la documentació gràfica.

4.3.8. Vàlvula de retenció o anti-retorn

La vàlvula de retenció o anti-retorn té com a objectiu protegir la xarxa de distribució contra el retorn de possibles aigües brutes de la instal·lació de l'edifici i evitar la inversió del sentit del flux.

La seva instal·lació es situarà després i abans de la clau de sortida del tub d'alimentació.

També s'instal·laran vàlvules de retenció o anti-retorn en els següents punts:

- Després dels comptadors
- A la base dels muntants
- Abans de l'equip de tractament d'aigües
- En els tubs d'alimentació no destinats a usos domèstics
- Abans dels aparells de refrigeració o climatització
- Després de les bombes d'aigua

4.3.9. Tub d'alimentació

El tub d'alimentació és la conducció que enllaça la clau de pas amb la canonada de la instal·lació interior.

En el cas present, el tub d'alimentació serà la canonada que surti de les bombes de la sala de màquines.

La seva instal·lació es realitzarà, sempre que sigui possible a vista, i de no ser possible enterrada. Si va soterrada, es col·locaran registres almenys en els extrems i en el canvis de direcció. Discorrerà per zones d'ús comú.

Abans de definir el tub d'alimentació, s'ha de recalcar que existiran dos tubs d'alimentació ja que les cases estan separades. Tindrà les següents característiques:

- Casa principal

Material	DN
Polipropilè	50 mm

- Casa vinculada

Material	DN
Polipropilè	50 mm

El traçat del tub d'alimentació es troba reflectit en la documentació gràfica.

4.3.10. Distribuïdor principal

El distribuïdor principal és la canonada que enllaça els sistemes de control de la pressió i els muntants o derivacions. El seu traçat es realitza per zones d'ús comú. En cas d'anar encastada es col·locaran registres per a la seva inspecció i control de fuites, almenys en els seus extrems i en els canvis de direcció.

Es col·locaran claus de tall a totes les derivacions, de manera que en cas d'averia de qualsevol punt, no quedi interromput tot el subministrament.

4.3.11. Muntants

A nivell general són les canonades verticals que enllacen el distribuïdor principal amb les instal·lacions interiors particulars o derivacions col·lectives. Discorreran per zones comunes i estaran allotjades en recintes o forats construïts per a tal efecte. Els esmentats espais podran ser compartits únicament per altres instal·lacions d'aigua de l'edifici, i seran registrables i amb dimensions suficients per a que es puguin realitzar operacions de manteniment.

Els muntants disposaran a la seva base d'una vàlvula de retenció, una clau de tall per a operacions de manteniment, i d'una clau de pas amb aixeta o tap de buidat, situades en una zona de fàcil accés i senyalitzades convenientment. La vàlvula de retenció es col·locarà en primer lloc, segons el sentit de circulació de l'aigua.

A la part superior dels muntants s'instal·laran dispositius de purga, automàtic o manuals, amb un separador o cambra que redueixi la velocitat de l'aigua facilitant la sortida de l'aire i disminuint els efectes dels possibles cops d'ariet.

4.3.12. Comptadors

Els comptadors s'han de situar en zones d'ús comú del edifici, de fàcil i lliure accés. En el present cas aniran situats a la sala de màquines, just a la sortida de les bombes d'aigua, òbviament amb les seves respectives claus de tall i vàlvules de retenció.

4.3.13. Instal·lacions particulars

Les instal·lacions particulars són les xarxes de canonades, claus i dipòsits que discorren per l'interior de la propietat particular, des de la clau de pas fins als corresponents punts de consum. Estarà composta per:

- Una clau de pas situada a l'interior de la propietat particular en un lloc accessible per a la seva manipulació.
- Derivacions particulars independents per a cada recinte humit. Cadascuna d'aquestes derivacions disposarà d'una clau de tall, tant per a l'AFS com l'ACS.
- Ramals d'enllaç.
- Punts de consum, dels quals, tots els aparells de descàrrega, tant dipòsits com aixetes, escalfadors d'aigua instantanis, els acumuladors, les calderes individuals de producció d'ACS i calefacció i, en general, els aparells sanitaris, tindran una clau de tall individual (les claus de tall dels punts de consum no es veuran reflectides al plànol però han d'estar-hi a l'hora de fer la instal·lació).

4.3.14. Clau de pas de l'abonat

Es la clau que té com a missió el tall del subministrament a la instal·lació interior de l'habitatge. Es trobarà situada dins de l'habitatge, prop de l'entrada a aquest o en una zona de fàcil accés.

4.3.15. Derivació Particular

La derivació particular és la xarxa que distribueix el subministrament dins de l'habitatge, des de la clau de pas de l'abonat fins a cada derivació d'aparell.

El traçat de la derivació particular serà per el sostre, i per les zones comunes. Aquests traçats s'aïllaran, segons l'apèndix 03.1 del RITE, amb escuma elastòmera d'espessor mínim de 20mm per evitar condensacions en les canonades d'aigua freda, i pèrdues tèrmiques en les canonades d'aigua calenta. L'aïllament es col·locarà després de realitzar les proves d'estanqueïtat adients. El material de l'aïllament tindrà propietats de barrera de vapor.

Les canonades aniran suportades amb abraçadores d'acer galvanitzat, amb juntes de goma isofòniques.

La distància màxima entre suports és la següent:

- Tram vertical : 1.80 m.
- Tram horitzontal : 1.20 m.

Els circuits de canonades per AFS es separaran de les canonades d'ACS o calefacció com a mínim 4 cm, per evitar que les primeres no resultin afectades per el focus de calor. Quan ambdós circuits estiguin en un mateix pla vertical, el d'AFS anirà per sota del d'ACS.

Les canalitzacions d'aigua sempre aniran per sota de les canalitzacions elèctriques i de senyals, mantenint les distàncies establertes en el REBT-2002, guardant com a mínim una distància en paral·lel de 30 cm.

Respecte a les conduccions de gas es separaran els circuits d'aigua com a mínim 3 cm dels primers.

Les canalitzacions es replantejaran en obra juntament amb la resta d'instal·lacions per ordenar la globalitat d'aquestes.

4.3.16. Sectorització

Quan la derivació particular entri en un recinte humit (cuina, lavabos) s'instal·larà una clau de pas dins del recinte humit en qüestió, per sectoritzar la instal·lació.

A la documentació gràfica es veuran reflectides.

4.3.17. Derivacions d'aparell

La derivació d'aparell és l'encarregada de connectar la derivació particular amb l'aparell a donar servei.

Les baixades al punt d'utilització es realitzaran encastades, amb tub corrugat de protecció de color blau per l'aigua freda, i de color vermell per l'aigua calenta.

A la documentació gràfica es troben els diàmetres de les diferents derivacions d'aparell.

4.3.18. Aigua freda sanitària

Els principals elements consumidors d'AFS seran els lavabos, dutxes, aigüeres i alguna banyera.

Més endavant, quan es defineixi la instal·lació interna de l'habitatge s'explicarà detalladament el subministrament d'aigua a aquests elements.

4.3.19. Aigua calenta sanitària

La instal·lació s'ha projectat i s'executarà per complir la norma UNE 100030 'Prevenió de la legionel·la en instal·lacions d'edificis'.

Segons condicions mínimes de subministrament del CTE-DB-HS4-2.1.3 la temperatura d'ACS en els punts de consum haurà d'estar compresa entre 50 i 65 °. És per això, que tant l'acumulació com la distribució es fa a 60°C.

L'ACS s'obtindrà mitjançant una caldera biomassa . Aquesta aigua que s'escalfarà, s'ha tingut en compte a l'hora de dimensionar la instal·lació d'aigua freda ja que és d'aquesta d'on s'extreu el cabal d'aigua necessari per a escalfar.

Al tractar-se d'escalfadors individuals, només hauran de donar servei als aparells que consumeixin aigua calenta de cada habitatge. Al tractar-se d'aigua calenta, el cabal que es consumirà d'aigua serà aproximadament la meitat que el d'aigua freda.

Més endavant s'explica en detall.

4.3.20. Aigües grises

La xarxa d'aigües grises serà aquella que anirà a uns equips de tractament d'aigües per poder reciclar l'aigua i utilitzar-la en la recàrrega de les cisternes dels inodors i per les aixetes de regadiu.

Més endavant s'explica en detall.

4.3.21. Aigua de recirculació

Tant en les instal·lacions individuals com en les instal·lacions de producció centralitzada, la xarxa de distribució estarà dotada de la xarxa d'aigua de recirculació quan la longitud de la canonada d'impulsió d'A.C.S al punt més allunyat sigui igual o major de 15 metres.

4.4. Disposicions generals

4.4.1. Execució de les xarxes de canonades

4.4.1.1. Condicions generals

L'execució de xarxes soterrades atindrà a la protecció de les mateixes davant de fenòmens de corrosió, esforços mecànics i danys per la formació de gel en el seu interior.

Estaran situades a una profunditat suficient per a evitar qualsevol tipus de perill i el canaló a on s'allotjarà tindrà un fons estable, sòlid i totalment exempt de pedres o qualsevol altre tipus de material que pugui perjudicar el tub. Les conduccions no podran estar en contacte directe amb el terreny, disposant sempre d'un adequat revestiment de protecció. Si fos necessari, a més del revestiment definit anteriorment, es realitzarà una protecció catòdica, amb ànodes de sacrifici i, si fos necessari, amb corrent impresa. El cobriment de la rasa es realitzarà amb materials que no danyin ni ataquin la canonada.

El traçat de les canonades vistes es realitzarà de forma neta i ordenada. Es protegiran correctament en el cas d'estar exposades a qualsevol tipus de possible deteriorament per cops fortuïts.

Les canonades ocultes o encastades recorreran preferentment per patis o cambres de fàbrica realitzats per el seu pas o prefabricats, sostres o terres tècnics, murs cortina o envans tècnics. No està permès el seu encastament a envans de totxo foradat senzill. Quan recorrin per l'interior de conductes, aquests estaran correctament ventilats i contarán amb un sistema de buidat.

4.4.1.2. Prevenció i control de la legionel·losi

La xarxa d'aigua sanitària complirà els següents requisits, establerts pel decret 152/2002 pel qual s'estableixen les condicions higienicosanitàries per a la prevenció i el control de la legionel·losi:

- La xarxa interna d'aigua garantirà la total estanquitat, aïllament i la correcta circulació de l'aigua, evitant que s'estanqui.
- La xarxa interna disposarà d'un sistema de vàlvules de retenció que evitin retorns d'aigua per pèrdua de pressió o disminució del cabal subministrat, sempre que sigui necessari per tal d'evitar barreges d'aigua de diferents circuits, qualitats o ús.

- Les canonades d'aigua freda estaran prou allunyades de les d'aigua calenta perquè no hi pugui haver transferència de calor de les unes a les altres. La temperatura de l'aigua freda no superarà els 20°C.
- La temperatura de l'aigua en el circuit d'aigua calenta no serà inferior a 50°C en el punt més allunyat del circuit o a la canonada de retorn a l'acumulador. La instal·lació permetrà que l'aigua arribi a una temperatura de 70°C.
- Els dipòsits estaran situats en llocs accessibles per a la inspecció, neteja, desinfecció i presa de mostres i seran tapats amb una coberta impermeable que s'ajusti perfectament i que permeti l'accés a l'interior. Els dipòsits situats a l'aire lliure estaran aïllats tèrmicament. Els dipòsits de cua, seran independents i dotats de vàlvules antiretorn per tal que l'aigua d'aquest dipòsit no pugui entrar a la xarxa interna.
- Els acumuladors estaran situats en llocs accessibles per a la inspecció, neteja, desinfecció i presa de mostres.
- Els materials en contacte amb l'aigua han de ser capaços de resistir l'acció de la temperatura i dels desinfectants. S'han d'evitar els que afavoreixin el creixement de microorganismes.

4.4.1.3. Separacions respecte d'altres instal·lacions

Les xarxes de canonades d'aigua sanitària s'executaran respectant les següents separacions entre elles i respecte d'altres instal·lacions:

- El traçat de canonades d'AFS es realitzarà de tal manera que no resultin afectades per els focus de calor, per tant han de discórrer sempre separades de les canalitzacions d'aigua calenta (ACS o calefacció) a una distància de 4 cm, com a mínim. Quan les dues canonades estiguin en un mateix pla vertical, la d'aigua freda ha d'anar sempre per sota de la d'aigua calenta.
- Les canonades han d'anar per sota de qualsevol canalització o element que contingui dispositius elèctrics o electrònics, així com de qualsevol xarxa de telecomunicacions, guardant una distància en paral·lel de almenys 3 cm.
- Amb respecte a les conduccions de gas es guardarà almenys una distància de 3 cm.

4.4.1.4. Unions i juntes

Les unions dels tubs entre si i d'aquests amb la resta d'accessoris es farà d'acord amb els materials en contacte i de manera que l'execució de les operacions es durà a terme de forma que no es provoquin pèrdues d'estanqueïtat a les unions. Per tant, les unions dels tubs seran estanques.

Les unions dels tubs resistiran correctament la tracció, o bé la xarxa la absorbirà mitjançant l'establiment de punts fixes, i en canonades soterrades mitjançant estreps i recolzaments situats a corbes i derivacions.

Les unions dels tubs plàstics es realitzaran seguint les instruccions del fabricant.

4.4.1.5. Proteccions

- Contra la corrosió

Els tubs soterrats o encastats disposaran de revestiments adequats segons el material del primer.

Els tubs d'acer aniran recoberts per revestiments de polietilè, bituminós, de resina epoxídica o amb quitrà de poliuretà.

Els tubs de coure aniran recoberts amb revestiments de plàstic.

Els tubs de fundició aniran recoberts amb revestiments de pel·lícula contínua de polietilè, de resina epoxídica, amb betum, amb làmines de poliuretà o amb zincat amb recobriment de cobertura.

Tota conducció exterior i a l'aire lliure anirà protegida.

- Contra les condensacions

Tant en canonades encastades o ocultes com en canonades vistes, s'ha considerat la possible formació de condensacions a la seva superfície exterior. Per aquest motiu, es col·locarà un element separador de protecció, no necessàriament aïllant però sí amb la capacitat d'actuar com a barrera de vapor.

Es consideren vàlids els materials que compleixin la UNE 100 171:1989.

- Tèrmiques

Per a altes temperatures s'utilitzaran materials que compleixin la norma UNE 100 171:1989 com a aïllament tèrmic.

En el cas de que la temperatura exterior de l'espai per a on passa la xarxa pugui assolir valors capaços de congelar l'aigua del seu interior, s'aïllarà tèrmicament amb el corresponent aïllament, segons material i diàmetre del tub. Es consideren adequats els indicats a la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

- **Contra esforços mecànics**

Quan una canonada travessi qualsevol parament de l'edifici o un altre tipus d'element constructiu que pugui transferir esforços perjudicials de tipus mecànic, es col·locarà una funda o beina, també de secció circular, de major diàmetre i suficientment resistent.

Quan una canonada travessi, en superfície o encastada, una junta de dilatació constructiva de l'edifici, es col·locarà un element o dispositiu dilatador, de forma que els possibles moviments estructurals no li transmetin esforços de tipus mecànic.

La suma dels cops d'ariet i de pressió de repòs no sobrepassarà la sobrepressió de servei admissible. La magnitud del cop d'ariet positiu en el funcionament de les vàlvules i aparells mesurat immediatament abans d'aquests, no sobrepassarà els 2 bar, el cop d'ariet negatiu no podrà baixar per sota del 50% de la pressió de servei.

- **Contra sorolls**

Com a norma general:

Els forats o patis, tant horitzontals com verticals, per on discorren les conduccions estaran situats en zones comuns.

A la sortida de les bombes s'instal·laran connectors flexibles per a atenuar la transmissió del soroll i les vibracions de tota la xarxa de distribució.

Els suports i elements penjats per als trams de la xarxa interior amb tubs metàl·lics que transportin l'aigua a velocitats de 1,5 a 2 m/s seran antivibratoris. S'utilitzaran ancoratges i guies flexibles que estiguin rígidament units a l'estructura de l'edifici.

4.4.1.6. Accessoris

- **Grapes i abraçadores**

La col·locació de grapes i abraçadores per a la fixació dels tubs als paraments es realitzarà de tal forma que les canonades quedin perfectament alineades, respectin les distàncies exigides i no transmetin sorolls i/o vibracions a l'edifici.

El tipus de grapa o abraçadora serà sempre de fàcil muntatge i desmuntatge, així com aïllant elèctric.

Si la velocitat del tram corresponent es igual o superior a 2 m/s, s'interposarà un element de tipus elàstic semirígid entre la abraçadora i el tub.

- **Suports**

Es col·locaran suports de manera que el pes dels tubs carregui sobre aquests i mai sobre els propis tubs o les seves unions.

No es permet l'ancoratge a cap element de tipus estructural, sempre i quan no sigui possible una altre solució.

Si la velocitat del tram corresponent es igual o superior a 2 m/s, s'interposarà un element de tipus elàstic semirígid entre el suport i el tub, inclòs quan es tracti de suports que agrupen diversos tubs.

La màxima separació que hi haurà entre suports dependrà del tipus de canonada, del seu diàmetre i de la seva posició a la instal·lació.

4.4.2. Instal·lacions interiors

Es prohibeix la instal·lació de qualsevol classe d'aparells o dispositius que, per la seva constitució o modalitat d'instal·lació facin possible la introducció de qualsevol fluid en les instal·lacions interiors o el retorn, voluntari o fortuït, de l'aigua de les esmentades instal·lacions.

Es prohibeix la unió directa de la instal·lació d'aigua a una conducció d'evacuació d'aigües utilitzades.

Es prohibeix establir unions entre les conduccions interiors empalmades a les xarxes de distribució pública i altres instal·lacions.

En una canalització unida directament a la xarxa de distribució pública, es prohibeix la circulació alternativa d'aigua de l'esmentada distribució i d'aigua d'un altre origen.

L'aigua de la distribució pública i la d'altres procedències hauran de circular per conduccions diferents que no tinguin cap punt d'unió.

Els elements de subjecció en instal·lacions vistes seran brides o grapes separades segons la norma ITIC, de manera que no flectin més de 2 mm.

Quan calgui travessar elements constructius es farà amb passamurs o passa forjats de plàstic, permetent que el tub es mogui però sense que es pugui danyar.

A les derivacions individuals les exigències generals per a l'encastament són:

- Els tubs no s'encastaran en envans de 5 cm. El mínim seran 7 cm en parets lleugeres i 10 cm en parets normals.
- Caldrà evitar l'encastament en pilars. Si fos necessari, es folrarà amb morter i després es farà la regata.
- El tub d'escomesa es passarà enterrat.
- Els tubs no passaran mai per la cambra d'aire d'una paret.
- No es passaran els tubs d'aigua pel terra.
- Si els muntants no poden anar per façana ni encastats, es posaran en un armari que pugui ser registrat.
- Els tubs de distribució es passaran pel sobre de portes i finestres.

4.4.2.1. Disposicions relatives als aparells

A les dutxes, lavabos, piques, rentadores, dipòsits i, en general, tots els recipients i aparells que de forma habitual s'alimentin directament de la distribució d'aigua, el nivell inferior de l'arribada de l'aigua haurà de caure lliurement a 20 mm, com a mínim, del nivell màxim del sobreexidor.

Es prohibeix l'alimentació inferior, és a dir, l'entrada d'aigua per la part inferior del recipient.

Es prohibeix llençar o deixar caure en un recipient qualsevol l'extremitat lliure de les prolongacions, flexibles o rígides, empalmades a la distribució pública.

Les dutxes de mà, l'extremitat lliure de les quals pugui caure accidentalment a la dutxa, estarà equipada amb un dispositiu antiretorn, acceptat per al Delegació Provincial del Ministeri d'Indústria.

A part, d'acord amb el decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis, els aparells hauran de complir les següents condicions:

- Les vàlvules de descàrrega, que hauran de situar-se a 200 mm, com a mínim, per sobre del límit superior dels sanitaris, estaran equipades amb un dispositiu d'aspiració d'aire destinat a impedir qualsevol retorn de l'aigua. La secció de pas d'aire a través de les vàlvules d'aspiració no podrà ser en cap punt inferior a un centímetre quadrat i haurà d'estar sempre lliure.
- Les aixetes de lavabos, bidets i aigüeres, així com els equips de dutxa estaran dissenyats per economitjar aigua o disposaran d'un mecanisme economitjador. En qualsevol cas, obtindran un cabal màxim de 12 litres per minut havent de donar un mínim de 9 litres per minut a una pressió dinàmica mínima d'utilització superior a 1 bar.
- Les cisternes dels inodors disposaran de mecanismes de doble descàrrega o de descàrrega interrompible.
- S'instal·laran preses d'AFS i d'ACS per a les rentadores i rentaplats per a permetre la possibilitat d'instal·lar equips bitèrmics i reduir el consum energètic.

4.5. Instal·lació de fontaneria exterior

Com s'ha mencionat anteriorment, al ser una casa aïllada no existeix xarxa de distribució d'aigua potable pública, però sí que existeix l'ubicació d'un pou. Aquesta aigua vindrà donada d'unes fonts subterrànies, i gràcies a elles es podrà alimentar tota la instal·lació de subministrament d'aigua.

Per ubicar aquest pou, primer s'ha d'investigar l'existència d'aquestes fonts subterrànies mitjançant el pla hidrològic de les illes balears.

Segons el següent mapa de masses subterrànies de Menorca, es pot comprovar on hi ha l'existència d'aquestes aigües:

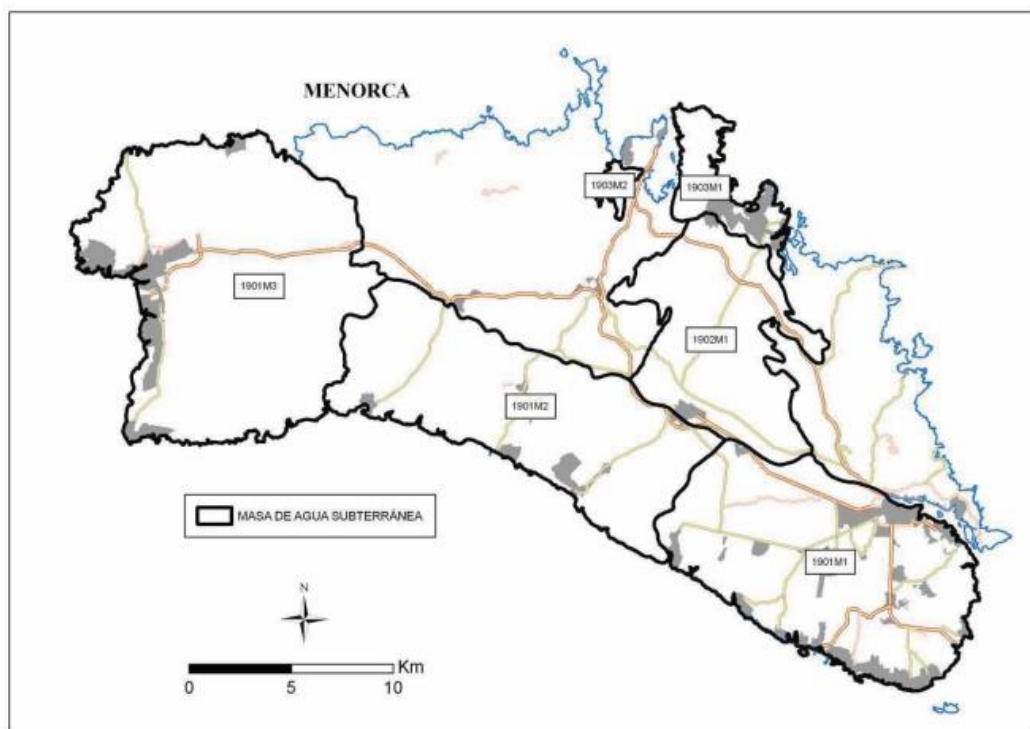


Figura 5: Mapa cartogràfic de les masses subterrànies. Font: caib.es

A Menorca, com es pot observar hi ha l'existència de 6 masses d'aigua subterrànies:

Masa de aguas subterráneas	Área (km ²)		Longitud costa (Km.)
	Área total	Área Permeable	
19.01-M1 Mao	116,8	116,7	38,6
19.01-M2 Es Miqjorn Gran	110,6	110,4	24,0
19.01-M3 Ciutadella	157,1	156,6	49,1
19.02-M1 Sa Roca	69,4	58,4	0,0
19.03-M1 Addaia	18,4	14,5	26,3
19.03-M2 Tirant	3,0	2,9	0,3
SUMA SISTEMA MENORCA	475,4	459,4	138,3

Taula 6: Dimensions de les masses subterrànies. Font: caib.es

Degut a la situació dels presents habitatges, l'aigua extreta serà de la massa 19.01-M2.

En els darrers temps s'ha conegut públicament els resultats de diversos estudis duts a terme en relació a la qualitat de l'aigua dolça. Les analítiques registrades mostren unes concentracions preocupants de nitrats, que superen en moltes zones les màximes permeses per les autoritats sanitàries per l'aigua potable.

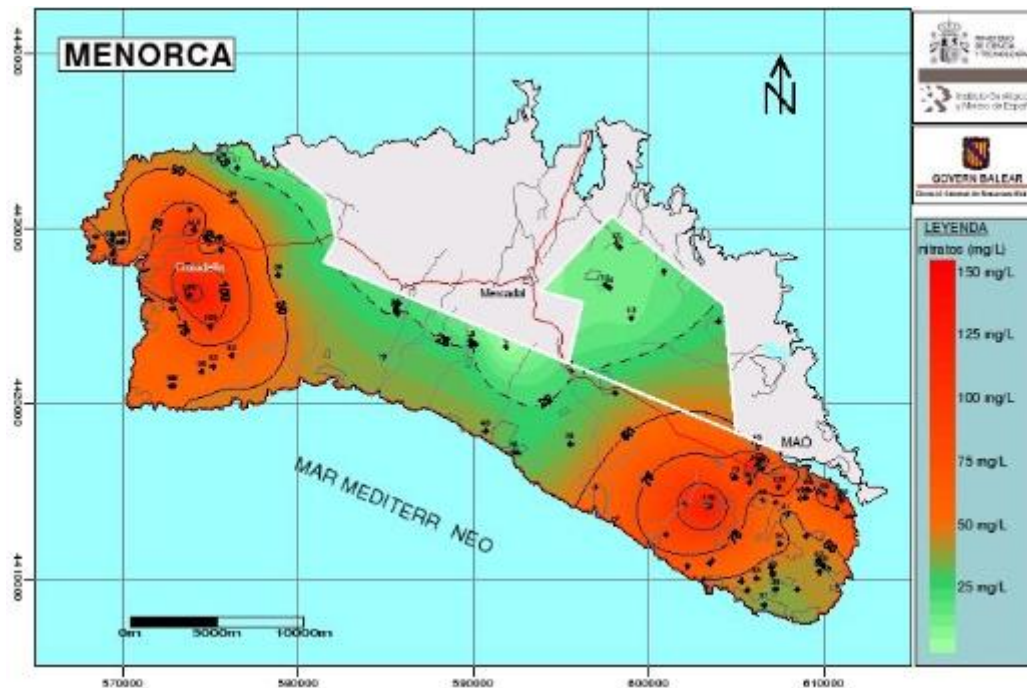


Figura 6: Concentració de nitrats en el mapa de Menorca. Font: Govern de les illes Balears

A partir de 50 mg/Lt de nitrats, es considera no recomanable la ingesta d'aigua. On esta situada la present casa, s'observa que sí és recomanable la ingesta.

El pou estarà ubicat en el següent punt:



Figura 7: Ubicació del pou d'aigua. Font: Pròpia

Aquesta extracció d'aigua es realitza mitjançant un sistema electromecànic, del qual el component principal és una bomba d'aigua dissenyada per manejar aigua apta per el consum humà.

El procediment serà recollir l'aigua del pou, seguidament aquesta aigua passarà a ser filtrada i potable on més endavant explicarem que és el que utilitzem per transformar-la, i seguidament serà acumulada a una cisterna on serà llesta per poder ser subministrada als diferents punts de consum.

Així que la instal·lació de fontaneria exterior quedarà distribuïda de la següent forma:

- 4.5.1 Extracció de l'aigua del pou**
- 4.5.2 Potabilització de l'aigua**
- 4.5.3 Emmagatzematge de l'aigua**
- 4.5.4 Subministrament de l'aigua als habitatges**

Aquests són els 4 punts en els quals s'ha dividit aquesta instal·lació de fontaneria i que seran explicats a continuació.

4.5.1. Extracció de l'aigua del pou

Existeix un gran ventall de bombes per a pous, a continuació s'explicaran algunes i es decidirà quina és la més encertada per aquest cas.

Primer de tot, la gran majoria de bombes per a pous són electrobombes centrífugues que es classifiquen en dos categories principals:

- **Bomba de injecció:** És un equip que pot ubicar-se a la superfície o en el subsòl i exporta l'aigua del pou mitjançant un mecanisme de succió.

De bombes de injecció hi ha dos tipus:

1. *Bombes de raig per a pous poc profunds:*
Amb el expulsor localitzat en el cos de la bomba i un sol tub dirigit al pou.

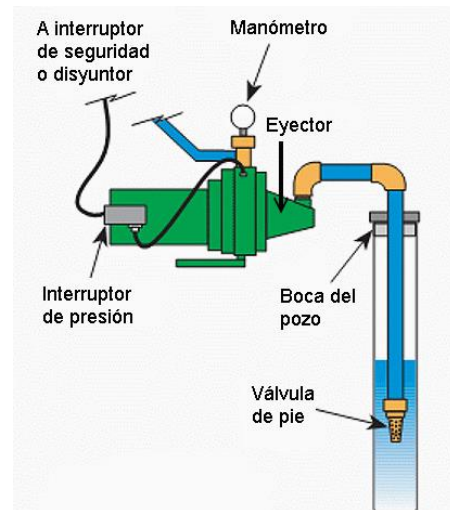


Figura 8: Bomba de raig per a pous poc profunds . Font: demaquinasyherramientas.com

2. **Bombes de raig per a pous profunds:** Amb el expulsor ubicat per sota del nivell de l'aigua i dos tubs dirigits al pou.

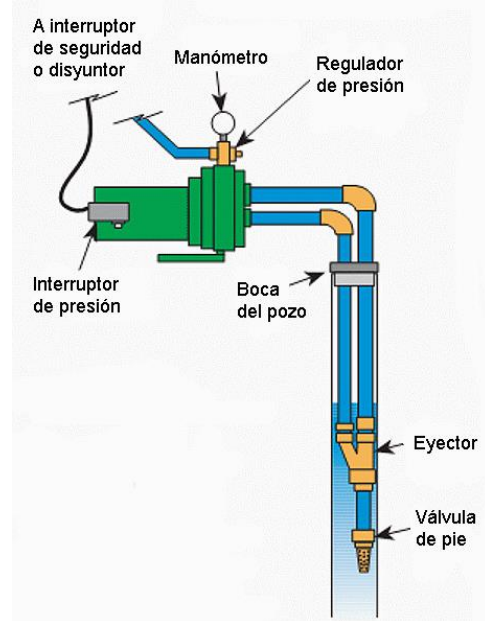


Figura 9: Bomba de raig per a pous poc profunds . Font: demaquinasyherramientas.com

- **Bomba submergible:** La diferencia fonamental amb les bombes de raig és principalment el seu funcionament. Una bomba submergible no succiona l'aigua, sinó que la impulsa cap a dalt, i com requereix menys energia, per regla general és més eficient utilitzar aquestes bombes que les anteriors en el cas de pous profunds. Tenen un sol tub procedent del pou que pot anar connectat o no al tanc d'emmagatzematge, (en aquest projecte anirà connectat a l'element que filtri i potabilitzi l'aigua). Aquest tipus de bomba s'instal·la a les proximitats del fons del pou i bombeja l'aigua quan és necessari.

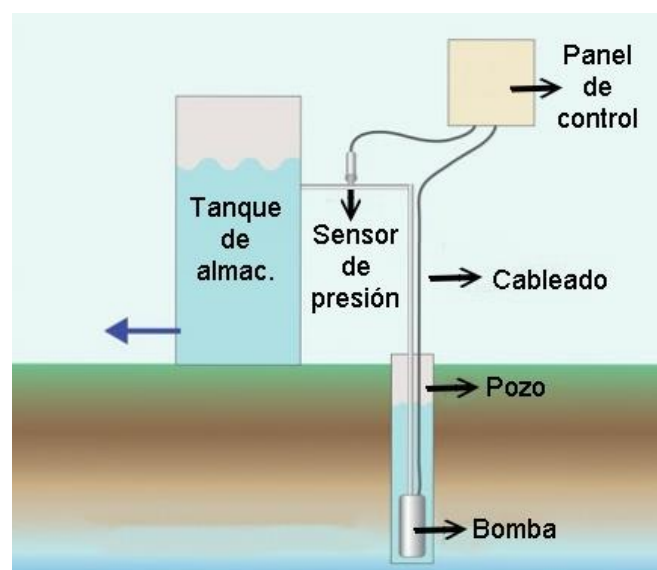


Figura 10: Bomba submergible per a pou profunds. Font: demaquinasyherramientas.com

En termes generals, es pot decidir el tipus de bomba d'aigua d'acord amb les següents característiques de profunditat del pou i respecte a la ubicació de la bomba:

- ❖ Profunditat menor de 8 metres: escollir una bomba de raig per a pous poc profunds.
- ❖ Profunditat entre 8 metres i 35 metres: escollir una bomba de raig per a pous profunds.
- ❖ Profunditat entre 35 metres i 120 metres: escollir una bomba submergible de 4 polzades.

Com el pou del present projecte té una profunditat de 50 metres aproximadament, s'escollirà una bomba submergible.

La present bomba, per tant, ha de ser capaç de bombejar l'aigua del pou a una alçada de 50 metres i poder transportar-la a la sala de màquines que és on es trobarà la màquina potabilitzadora. L'aigua ha d'arribar amb unes condicions inferiors de 300 Kpa, ja que és la màxima pressió d'entrada que pot suportar la màquina potabilitzadora per a un bon funcionament.

A més a més, s'ha de tenir en compte alguns valors específic, com és el cas de la velocitat de l'aigua. Amb una velocitat que no superi els 2 m/s serà suficient. Per determinar les dimensions de la canonada de polipropilè s'utilitzarà la següent expressió:

$$Q = V \cdot S \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

On :

- Q = Cabal màxim previsible (l/s).
- V = Velocitat de hipòtesis (m/s).
- D = Diàmetre interior (mm).

La bomba en qüestió, ha de funcionar a 0,15 l/s aproximadament, per tant sabent el cabal i la velocitat màxima es pot determinar les dimensions de la canonada. Si resollem l'equació amb aquestes dades, s'obté un diàmetre interior de 9,77 mm.

Però, tenint en compte que la canonada més petita de la que disposa el fabricant és de 14,40mm de diàmetre interior, en aquest cas s'instal·larà una canonada de 20mm.

Per tant, quedarà de la següent manera:

Cabal		Dimensions canonada	Diàmetre int.	Velocitat
(l/s)	(m³/h)	(mm)	(mm)	(m/s)
0,15	0,54	20 x 2,8	14,40	0,92

Taula 7: Dimensions de la canonada de la bomba submergible . Font: Pròpia

Seguidament, s'haurà de calcular les pèrdues de pressió que hi haurà des del pou fins la sala de màquines.

La longitud de la canonada serà els 50 metres d'altura + 22 metres de longitud horitzontal des del pou fins la sala de màquines. Per tant, quedarà una longitud final de canonada de 72 metres.

Per al càlcul de pèrdues de pressió, s'utilitzarà la següent equació:

$$V = -2\sqrt{2gD \cdot I} \log_{10} \left(\frac{k_a}{371D} + \frac{251\nu}{D\sqrt{2gD \cdot I}} \right)$$

On :

- V = Velocitat del aigua (m/s).
- D = Diàmetre interior del tub (m).
- I = Pèrdua de carrega lineal (m/m).
- ka = Rugositat uniforme equivalent (m).(és de 0,007 mm)
- nu = Viscositat cinemàtica del fluid (m²/s).(és de 1,3e-6 m²/s)
- g = Acceleració de la gravetat (m²/s).

i la fórmula de pèrdues de càrrega totals :

$$J_T = J_U \cdot (L + L_{eq}) + \Delta H$$

On :

- JT = Pèrdua de carrega total en el tram (mcda).
- JU = Pèrdua de carrega unitària (mcda/m).
- L = Longitud del tramo (m).
- Leq = Longitud equivalent dels accessoris del tram (m).
- DH = Diferència de cotes (m).

La longitud equivalent dels accessoris del tram, serà el 20% de la longitud real del tram. Si s'aplica la primera equació, s'obté una pèrdua de càrrega lineal de 0,09 m/m. Com **1m=1mca**, la pèrdua de càrrega unitària serà de **0,09 mca/m**.

Un cop obtinguda aquesta dada, s'aplica la segona equació per determinar les pèrdues totals del tram i poder seleccionar una bomba adequada.

Així que finalment aplicant la segona equació, s'arriba a unes pèrdues de càrrega totals de **60 mca** aproximadament.

Per tant, vol dir que s'ha de seleccionar una bomba amb unes condicions superiors.

La bomba a seleccionar serà de la marca **Grundfos**, degut a la seva alta qualitat de productes. En concret, serà la bomba *grundfos SQ 1-65*, una bomba compacta dissenyada per el subministrament d'aigua subterrània per habitatges particulars, per petits sistemes de proveïment i petits sistemes de reg.

Cal mencionar que aquesta bomba serà de 3 polzades, però farà la mateixa funció que una bomba de 4 polzades, ja que es un disseny molt compacte.

Les bombes SQ són adequades per al funcionament continu i intermitent en aplicacions com:

- Subministrament d'aigua subterrània en habitatges.
- Petits sistemes de reg en jardins i hortalisses.
- Transferència de líquids en tancs.
- Augment de pressió.
- Aplicacions ambientals.
- Bombament o mostreig correctiu.
- Garatges i gasolineres.

Alguns del beneficis son els següents:

- Protecció contra corregut en sec.
- Motor d'imat permanent amb alta eficiència.
- Resistència al desgast dels impulsors flotants.
- Protecció contra l'embranchida cap amunt.
- Alta velocitat de flux.
- Les arrencades suaus redueixen el desgast del motor.
- Protecció contra alt i sota voltatge.
- Protecció contra sobrecàrrega.
- Protecció contra sobreescalfament.
- Extremadament compacta.

Com en el present cas el que volem és emmagatzemar l'aigua en un dipòsit, aquesta bomba és la ideal ja que el cabal no serà molt elevat.



Figura 11: Bomba submergible per a pou profunds. Font: grundfos.com

Per determinar quina pressió proporciona la bomba, és necessari observar la corba de rendiment:

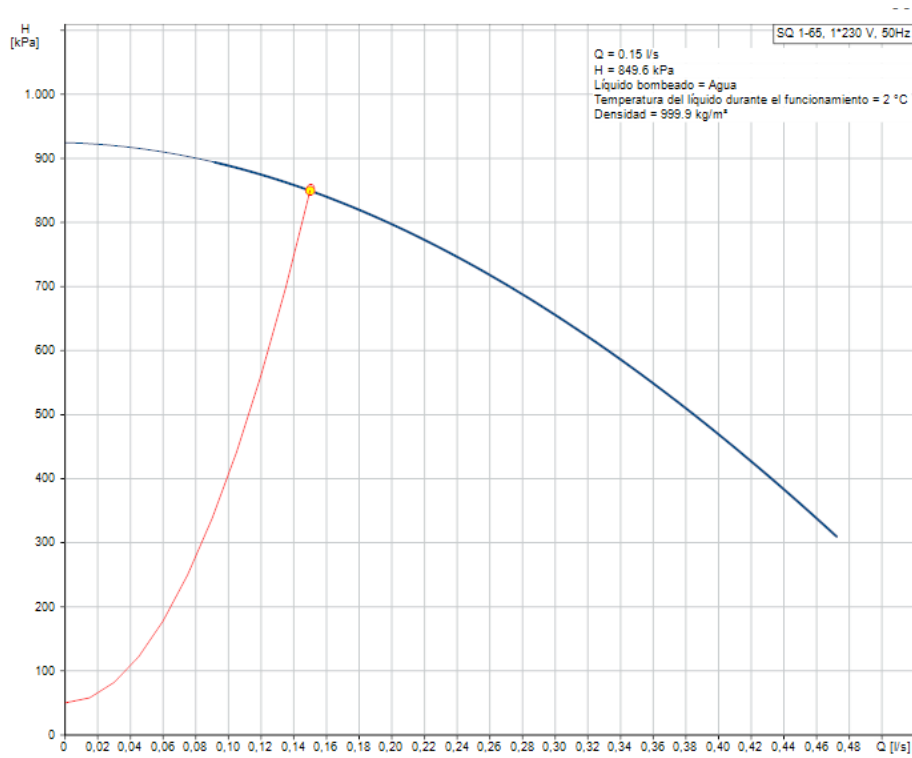


Figura 12: Corba de rendiment de la Bomba submergible Grundfos SQ 1-65. Font: grundfos.com

Aquesta bomba proporciona un cabal de 0,15 l/s a una pressió de 849,6 Kpa, que és el mateix que 86,7 mca. Per tant, la pressió que arribarà a la sala de màquines serà de 260,48 Kpa aproximadament, que és el mateix que 26,58 mca.

Altura	Pèrdua de càrrega/m	Longitud del tram	Longitud equivalent de les pèrdues	Pèrdua en tram	Pressió inicial	Pressió final
H (m)	(mcda/m)	(m)	(m)	(mcda)	(mcda)	(mcda)
50	0,09	90,00	18,00	10,12	86,70	26,58

Taula 8: característiques de la bomba de pou. Font: Pròpia

Així que finalment, aquesta bomba és ideal per a les presents necessitats, ja que proporciona el cabal que es requereix i a més a més, amb una bona pressió inicial millor de l'esperada i una pressió final inferior als 300 Kpa.

Un cop seleccionada la bomba seleccionada del pou, la següent fase serà emmagatzemar-la a una cisterna o dipòsit. Però abans d'emmagatzemar-la, haurà de passar una sèrie de tractaments perquè aquesta aigua sigui adequada per poder ser consumida.

4.5.2. Potabilització de l'aigua

S'ha decidit utilitzar el tractament d'aigua mitjançant ultrafiltració. D'aquesta forma s'obtindrà una aigua molt més purificada i es garantirà una major seguretat per als habitants que hi viuran.

- Què es la ultrafiltració?

Els sistemes d'ultrafiltració tenen diverses filtracions de membrana on la pressió hidrostàtica empeny els dissolvents (en aquest cas aigua) contra una membrana molt fina. D'aquesta forma bloqueja les partícules en suspensió i sòlids grans, mentre l'aigua i els soluts amb un pes molecular més baix flueixen a través de la membrana.

Els sistemes de filtració eliminen la necessitat de clarificadors i filtres mitjos. Els sistemes de membrana d' ultrafiltració són molt fiables, ja que la mida del porus de la membrana oscil·la entre 0,01 i 0,10 micres, en canvi per fer-nos una idea, un filtre d'unes altres característiques oscil·la unes 10 micres. A més a més, les membranes d'ultrafiltració eliminen de manera molt eficaç les bacteries i el virus.

Alguns dels avantatges d'utilitzar aquest mètode son els següents:

- Rendiment de filtració superior amb alt flux.
- Diàmetre de porus nominal molt petit (0,03 micres).

- Elimina eficaçment bacteris i virus.
- De tant en tant es renten de nou i es netegen amb aire per augmentar el rendiment eliminar la capa d'incrustacions per allargar la vida útil.
- Mòduls de membrana de baixa incrustació.
- La configuració UF Outside-In o Inside-Out permet un taponament reduït i una major càrrega de sòlids.
- Disseny modular bàsic, vertical, compacte i de baix cost.
- La neteja eficaç de la membrana té una alta resistència química i tolerància a la temperatura.

Finalment, un cop definit el tractament de l'aigua, és necessari buscar una planta potabilitzadora a petita escala, ja que és més que suficient per satisfer les necessitats requerides per als dos habitatges.

La marca **Salher** es dedica al disseny i la fabricació de plantes de tractament d'aigües i disposa de plantes de potabilització a petita escala:



Figura 13: Planta potabilitzadora mitjançant tractament d'ultrafiltració. Font: Salher.com

Depenent del cabal que proporcioni la planta potabilitzadora, tindrà unes dimensions o unes altres, el catàleg de **Salher** proporciona totes les característiques:

M3/H	M²/UD	LARGO [MM]	ANCHO [MM]	ALTO [MM]	POTENCIA INSTALADA	DEPÓSITO LAVADO
0,5	38 / 1	2250	1040	2075	2,7KW / 400V	200
1	38 / 1	2250	1040	2075	2,7KW / 400V	200
3	38 / 1	2250	1040	2075	2,9KW / 400V	300
5	38 / 2	2450	1040	2075	2,9KW / 400V	500
10	55 / 2	2550	1150	2075	4,2KW / 400V	1000
15	38 / 4	2615	1150	2075	6,5KW / 400V	1000
20	38 / 6	2750	1250	2075	6,5KW / 400V	1500
25	55 / 6	3040	1450	2075	7,5KW / 400V	2000
30	38 / 10	3450	1650	2075	7,5KW / 400V	2500
35	55 / 8	3750	1650	2075	7,5KW / 400V	2500
40	55 / 10	4150	1650	2075	9,2KW / 400V	3000
45	55 / 10	4150	1650	2075	9,2KW / 400V	3000
50	55 / 12	4860	1950	2075	10,5KW / 400V	4000
60	55 / 12	4860	1950	2075	12,2KW / 400V	4000
70	55 / 14	5250	1950	2200	14,4KW / 400V	5000
80	55 / 16	5650	1950	2200	14,4KW / 400V	5000
90	55 / 16	5650	1950	2200	14,6KW / 400V	5000
100	55 / 18	6050	2250	2075	17,6KW / 400V	6000

Taula 9: Característiques de la planta potabilitzadora. Font: Salher.com

En el cas d'aquest projecte, com l'aigua que surt de la planta potabilitzadora anirà acumulada a un dipòsit o cisterna, no serà necessari un cabal molt elevat, ja que el dipòsit constarà d'una vàlvula flotador que farà que quan l'aigua estigui per sota del nivell establert, la planta potabilitzadora s'accionarà. D'aquesta manera, la primera opció és més que suficient per a les necessitats presentades:

M3/H	M²/UD	LARGO [MM]	ANCHO [MM]	ALTO [MM]	POTENCIA INSTALADA	DEPÓSITO LAVADO
0,5	38 / 1	2250	1040	2075	2,7KW / 400V	200

Taula 10: Elecció de la planta potabilitzadora. Font: Salher.com

La planta escollida proporcionarà 0,5 m3/h, és a dir 500 litres d'aigua per hora. Un cabal més que suficient per tenir sempre aigua a la cisterna. Es per això, que la bomba submergible del pou té unes característiques semblants a la planta potabilitzadora, degut a que no tindria molt sentit tenir una bomba de pou amb un cabal molt elevat i una planta potabilitzadora que subministrés un cabal molt petit.

Tant la bomba submergible del pou i la planta potabilitzadora han de tenir uns cabals similars, ja que quan un dels dos elements funcioni, l'altre també ho farà.

4.5.3. Emmagatzematge de l'aigua

Un cop escollida la planta potabilitzadora, el següent pas és definir quina cisterna s'encarregarà d'emmagatzemar l'aigua que ja serà llesta per ser distribuïda als habitatges.

Existeixen dos sistemes possibles de funcionament d'una cisterna:

1. Es bombeja l'aigua d'una cisterna fins a un tanc que estarà situat al sostre de l'habitatge i seguidament, del tanc mitjançant la gravetat baixa a alimentar la xarxa de distribució de l'aigua potable de l'habitatge.
2. Es realitza el bombeig directament a la xarxa de distribució de l'habitatge. És important definir aquest sistema de bombeig, com un sistema que tingui un regulador de pressió, anomenat hidropneumàtic, que permet que al baixar la pressió de l'aigua dins de la canonada de l'habitatge, s'activi la bomba i es reinici el bombeig.

En el cas del projecte en qüestió, s'ha decidit triar la segona opció degut als següents motius:

- No és necessari un tanc a sobre del sostre.
- S'eviten possibles filtracions en el sostre, degut a les connexions del tanc amb les canonades.
- Manté una pressió constant que permet un bon funcionament de les instal·lacions que utilitzen aigua als habitatges.

Com s'ha mencionat anteriorment, hi haurà un màxim de 13 inquilins, així que a l'hora d'escollir la cisterna es tindrà en compte sempre el màxim possible per estudiar el pitjor cas, però cal esmentar que probablement siguin poques les ocasions en les quals l'habitatge es trobi en aquestes condicions.

S'interpreta que una persona té un consum d'aigua de 150 litres al dia. Això vol dir que al dia tenim un consum de 1950 litres d'aigua en total.

Com en el cas d'aquest projecte, s'utilitza el tractament d'aigües grises per reutilitzar-les a l'hora d'omplir les cisternes dels vàters, haurem de restar aquest consum al consum total, ja que finalment és reaprofitat.

Per tant, es considera que 30 litres d'aigua durant el dia seran de recàrrega de cisterna dels inodors, per tant el consum diari d'aigua que és utilitzat per aquest cas és de 30 litres/persona, és a dir, un total de 390 litres d'aigua.

Finalment, el consum que tindrà una persona amb aquestes condicions serà de 120 litres d'aigua al dia. Un total de 1560 litres totals d'aigua per a les 13 persones.

Així que es necessitarà un dipòsit que com a mínim pugui emmagatzemar aquesta quantitat. Tot i així, com aquest consum és un consum mig, s'optarà per escollir un dipòsit amb unes dimensions una mica més grans, aproximadament d'uns 2000 litres.

A l'hora de triar quin dipòsit serà l'adequat, s'optarà per la marca **tadipol**, una empresa que domina l'àmbit del disseny de peces de polièster reforçades amb fibra de vidre.

Tadipol té una gran varietat de dipòsits de emmagatzematge: dipòsits verticals exteriors, dipòsits verticals enterrats, cisternes horitzontals exteriors, cisternes horitzontals enterrades...

En el cas present, s'optarà per un dipòsit vertical d'exterior reforçat amb fibra de vidre, que normalment és el més utilitzat en instal·lacions d'emmagatzematge en superfície, això és degut al seu baix cost i fàcil instal·lació. El gran avantatge d'aquest format és que permet una gran capacitat d'emmagatzematge, ocupant molt poc espai.

Les característiques que presenta *tadipol* en els dipòsits verticals exteriors són les següents:

- Tots els dipòsits fabricats per *tadipol* estan proveïts d'una barrera de resines isoftàliques, ideals per emmagatzemar i conservar aigua potable.
- Presenten una capa exterior opaca, de color gris, la qual impedeix la penetració de raigs ultraviolats i la conseqüent degradació de l'aigua potable de la proliferació d'algues.
- Els dipòsits exteriors tancats en format vertical inferiors a 6500 litres, estan previstos d'una boca d'home amb vàlvula de ventilació, més un tub de PVC de sortida de l'aigua.

Volumen Depósitos Exteriores	Diámetro int. Boca de Hombre	Diámetro Nominal Tubuladuras	Diámetro Equivalente en Pulgadas	Diámetro Equivalente en PVC	Número de Orejas Elevación
Hasta 5.000 litros	Ø 400 mm	DN 40 mm	1 ½ "	Ø 50 mm	2
De 6.000 a 14.000 litros	Ø 550 mm	DN 50 mm	2 "	Ø 63 mm	2
De 15.000 a 39.000 litros	Ø 550 mm	DN 80 mm	3 "	Ø 90 mm	3
De 40.000 a 100.000 litros	Ø 550 mm	DN 100 mm	4 "	Ø 110 mm	4

Taula 11: Característiques dels dipòsits exteriors verticals. Font: *Tadipol.com*

Com en aquest projecte les dimensions del dipòsit seran inferiors a 5000 litres, la primera opció serà la que més s'ajusti a les necessitats.

Com es pot observar, es necessitarà una entrada d'aigua per al dipòsit i dues sortides, una per alimentar cada casa respectivament.

Les característiques per tancs inferiors a 5000 litres venien amb unes característiques determinades, però *tadipol* s'ajusta a les necessitats de cada cas i no hi ha cap problema en modificar algunes característiques.

Així que un cop definit, s'escollirà el dipòsit adequat:

Volumen (litros)	Diàmetre (mm)	Altura (mm)
1.000	1.100	1.215
1.600	1.400	1.350
2.150	1.400	1.740
3.400	1.600	1.920
5.800	2.000	2.090
8.000	2.000	2.750
10.000	2.350	2.600
12.000	2.350	3.050
15.000	2.350	3.700
20.000	2.350	4.900
25.000	2.500	5.350
30.000	2.500	6.350
40.000	3.000	5.950
50.000	3.000	7.400
60.000	3.000	8.800
70.000	3.500	7.600
80.000	4.000	6.700
90.000	4.000	7.500
100.000	4.000	8.400
125.000	4.200	9.450
150.000	4.200	11.200
175.000	4.200	13.000
200.000	4.200	14.900



Figura 14: Dipòsits exteriors verticals. Font: Tadipol.com

Com es pot comprovar, el dipòsit de 2150 litres s'ajusta a les necessitats presents, ja que com s'ha mencionat anteriorment, té un marge de consum superior al que es necessita. A més a més, el dipòsit disposarà d'una vàlvula flotador, que permetrà que es vagi omplint a mesura que es buidi. Treballarà a una velocitat de consum de 500 litres d'aigua/hora, que és la màxima que pot proporcionar la planta potabilitzadora.

Com es pot observar, tindrà un diàmetre de 1,40 metres i 1,74 metres d'altura. Anirà situat seguidament de la planta potabilitzadora.

Cal recalcar, que al tub d'entrada del dipòsit anirà una clau de tall, seguidament d'una vàlvula amb un flotador col·locat a 45º, que permetrà que el dipòsit es reompli.

En els tubs de sortida anirà una altra clau de tall, seguidament d'un maneguet antivibració i seguidament una vàlvula antiretorn.

A la documentació gràfica es pot veure on està ubicada la cisterna.

4.5.4. Subministrament de l'aigua als habitatges

Un cop definit l'esquema de subministrament d'aigua de l'exterior, falta un sistema de bombeig per poder impulsar l'aigua cap a l'interior dels habitatges i poder satisfer les necessitats.

Òbviament, depenent del caudal que es necessiti s'escollirà un tipus de bomba específic.

A continuació es mostren els cabals de cada habitatge que es necessari subministrar:

- Casa Principal: $4,35 \text{ m}^3/\text{h} - 1,21 \text{ l/s}$
- Casa vinculada: $5,56 \text{ m}^3/\text{h} - 1,54 \text{ l/s}$

Més endavant, es podrà veure com s'han determinat aquests cabals.

Un cop definida la informació necessària, el següent pas és fer la determinació del subministrament de bombeig.

La gran majoria de bombes d'aigua que s'utilitzen per usos domèstics o residencials s'engloben a la categoria d'electrobombes centrífugues.

L'electrobomba, com ja diu la pròpia paraula significa que el motor de la bomba està accionada per energia elèctrica, i la paraula centrífuga, fa referència al mecanisme intern de la bomba: un eix acoblat al motor fa girar un impulsor(o rodet); l'aigua entra per el centre del impulsor i es propulsada pels seus extrems aprofitant la força centrífuga aportada pel gir de l'eix.

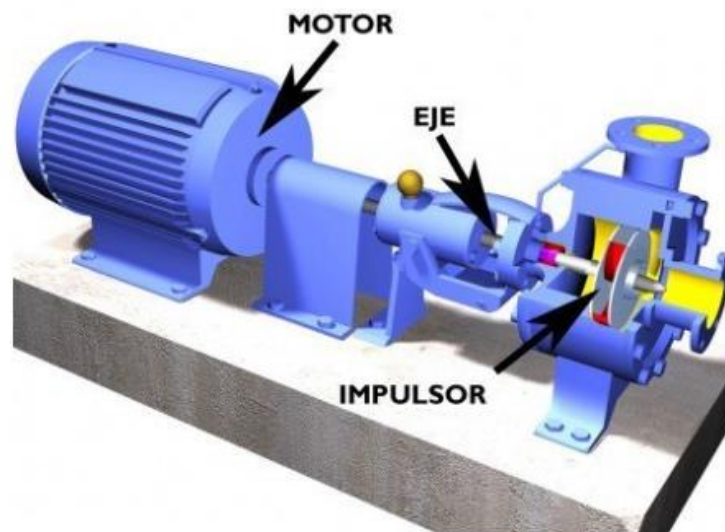


Figura 15: Electrobomba centrífuga. Font: aguaecosocial.com

Depenent de les característiques de cada habitatge i dels problemes a resoldre, es troben diferents tipus de bombes.

Les aplicacions més freqüents per l'ús residencial són:

- Elevació: subministrament d'aigua potable (cas present).
- Evacuació: eliminació d'aigües residuals.
- Calefacció: recirculació d'aigua, radiador.
- Depuració de piscines.
- Pressurització.

Existeixen més aplicacions, però les mencionades són les més comuns. Una en concret que no es tant comú, però sí que és important per aquest projecte ja que serà necessari utilitzar-la, és la recirculació d'aigua calenta sanitària, de la qual se'n parlarà més endavant.

Primer de tot, cal investigar què diu el CTE sobre la pressió de l'aigua:

"En els punts de consum la pressió mínima ha de ser:

- *100 KPa per aixetes comunes.*
- *150 Kpa per fluxors i calentadors.*
- *La pressió en qualsevol punt de consum no ha de superar els 500 Kpa."*

Seguidament, cal definir les pèrdues de pressió que hi ha des de la bomba fins l'interior dels habitatges. El procediment que s'utilitzarà és el mateix que s'ha utilitzat en l'apartat de la bomba submergible del pou, però en aquest cas serà des de la sala de màquines, que és on estaran situades les bombes d'aigua, fins la clau de tall dels dos habitatges.

- **Casa principal**

Es defineix el punt inicial del tram on estan les bombes com a 0 i el tram final, l'entrada de l'habitatge on es troben les claus de tall com a 1. A la documentació gràfica es veu reflectit.

Seguidament, es calcularan les dimensions d'aquesta canonada tenint en compte el cabal i velocitat de l'aigua (que no ha de sobrepassar els 1,5m/s).

Per determinar les dimensions de la canonada de polipropilè s'utilitzarà la següent expressió:

$$Q = V \cdot S \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

On :

- Q = Cabal màxim previsible (l/s).
V = Velocitat de hipòtesis (m/s).
D = Diàmetre interior (mm).

Tram		Cabal Simulat Total		Dimensions canonada	Diàmetre int.	Velocitat
Inici	Final					
		(l/s)	(m³/h)	(mm)	(mm)	(m/s)
0	1	1,54	5,56	50 x 6,9	36,2	1,50

Taula 12: Característiques de la canonada del tram 0-1 Font: Pròpia

Finalment, serà necessària una canonada de 50x6,9 mm per poder satisfer les necessitats de l'habitatge.

Un cop determinada aquesta canonada, el següent pas és calcular les pèrdues de pressions del tram. La longitud de la canonada es de 48 metres de longitud.

Pel càlcul de pèrdues de pressió s'utilitzarà la següent equació:

$$V = -2\sqrt{2gD \cdot I} \log_{10} \left(\frac{k_a}{3'71D} + \frac{2'51\nu}{D\sqrt{2gD \cdot I}} \right)$$

On :

- V = Velocitat del aigua (m/s).
D = Diàmetre interior del tub (m).
I = Pèrdua de carrega lineal (m/m).
ka = Rugositat uniforme equivalent (m).(és de 0,007 mm)
nu = Viscositat cinemàtica del fluid (m²/s).(és de 1,3e-6 m²/s)
g = Acceleració de la gravetat (m²/s).

i la fórmula de pèrdues de càrrega totals :

$$J_T = J_U \cdot (L + L_{eq}) + \Delta H$$

On :

JT	=	Pèrdua de càrrega total en el tram (mcda).
JU	=	Pèrdua de càrrega unitària (mcda/m).
L	=	Longitud del tramo (m).
Leq	=	Longitud equivalent dels accessoris del tram (m).
DH	=	Diferència de cotes (m).

La longitud equivalent dels accessoris del tram, serà el 20% de la longitud real del tram.

Si s'aplica la primera equació, s'obté una pèrdua de càrrega lineal de 0,07 m/m. Com **1m=1mca**, la pèrdua de càrrega unitària serà de **0,07 mca/m**.

Seguidament, s'aplica la segona equació per determinar les pèrdues totals del tram i poder seleccionar una bomba adequada. S'obtenen unes pèrdues de càrrega totals de **4,05 mca** aproximadament.

Un cop realitzats els càlculs, es podrà determinar la bomba adequada per a la casa principal. Es necessita que hi arribi una pressió d'entrada de 30-35 mca.

Tenint en compte el que diu el CTE:

“Per caudals fins a 10 dm³/s es disposarà de dues bombes, i aquestes bombes seran connectades en paral·lel, això vol dir que cada bomba proporcionarà la meitat del caudal, en aquest cas cada bomba subministrarà un caudal de 0,77 l/s.”

Es recorrerà de nou a la marca **grundfos** per seleccionar la bomba en qüestió, degut a la seva gran qualitat mencionada anteriorment.

En aquest cas, la bomba escollida és la *grundfos JP 5-48*, molt usual pel subministrament d'us domèstic en:

- Cases particulars
- Cases de vacances
- Granges



Figura 16: Bomba grundfos JP 5-48. Font: grundfos.com

Està dissenyada per a un funcionament llarg i sense problemes, és robusta i amb una excel·lent resistència a la corrosió. La bomba JP compta amb protecció tèrmica integrada, que s'atura immediatament si es sobreescalfa, el motor es refrigera mitjançant aire i està equipat amb coixinets de bola sobredimensionats, segellats i sobretot lubricats per garantir un funcionament silenciós i un manteniment mínim.

La bomba JP és petita i compact. Les seves dimensions són les següents:

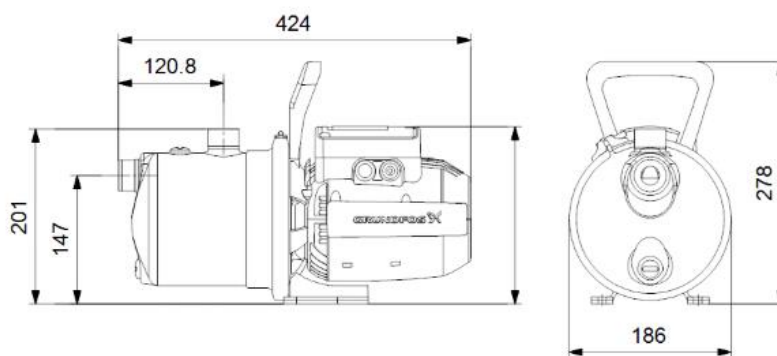


Figura 17: Dimensions de la bomba grundfos JP 5-48. Font: grundfos.com

A continuació es mostrà la corba de rendiment de la bomba per determinar els següents paràmetres:

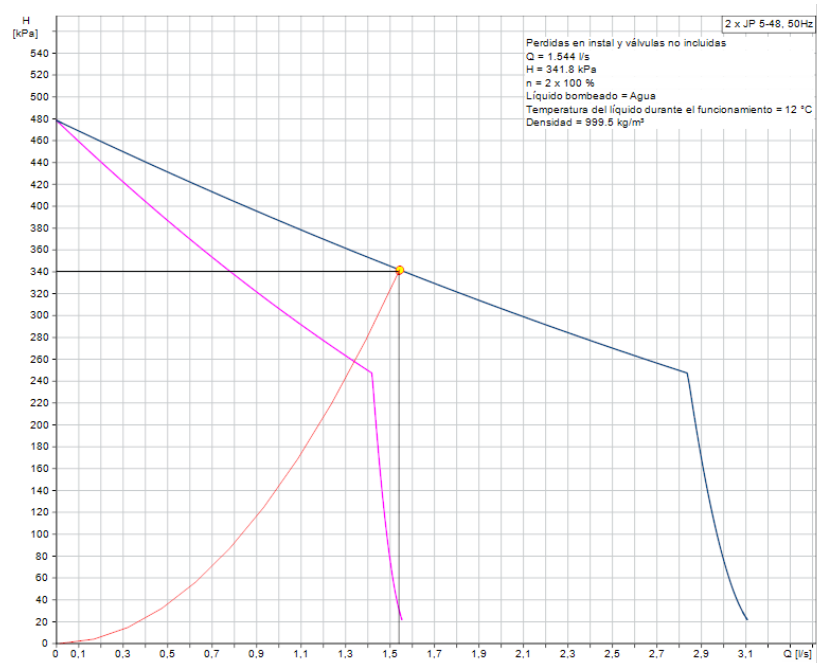


Figura 18: Corba de rendiment de la bomba JP5-48. Font: grundfos.com

Es pot observar que per un cabal de 1,54 l/s s'exerceix una pressió de 341,8 Kpa que és el mateix que 35 mca aproximadament.

Per tant, la pressió d'entrada a l'habitatge serà de:

Tram		Pèrdua de càrrega/m	Longitud del tram	Longitud equivalent de les pèrdues	Pèrdua en tram	Pressió inicial	Pressió final
Inici	Final	(mcda/m)	(m)	(m)	(mcda)	(mcda)	(mcda)
0	1	0,07	48,00	9,60	4,05	35,00	30,95

Taula 13: Característiques de la canonada del tram 0-1 Font: Pròpia

La pressió que arribarà a l'habitatge serà de 30,95 mca, que serà una bona pressió per poder satisfer totes les necessitats.

- **Casa vinculada**

Pel cas de la casa vinculada, es seguirà el mateix procediment que s'ha aplicat en la casa principal.

Per determinar les dimensions de la canonada de polipropilè, s'utilitzarà la mateixa equació que per la casa principal, obtenint els següents resultats:

Tram		Cabal Simulat Total		Dimensions canonada	Diàmetre int.	Velocitat
Inici	Final	(l/s)	(m³/h)	(mm)	(mm)	(m/s)
0	1	1,21	4,35	50 x 6,9	36,20	1,17

Taula 14: Característiques de la canonada del tram 0-1 Font: Pròpia

Serà necessària una canonada de 50x6,9 mm per poder satisfer les necessitats de l'habitatge.

Un cop ja determinada aquesta canonada, el següent pas és calcular les pèrdues de pressions del tram. La longitud de la canonada es de 20 metres de longitud.

Per les pèrdues de pressió, s'ha utilitzat la mateixa fórmula que per la casa principal anteriorment, per tant, finalment s'obté que la pèrdua de càrrega unitària serà de **0,05 mca/m**.

Finalment, s'obtenen les pèrdues totals del tram que seran concretament de **1,09 mca**.

Un cop definits aquests aspectes, es procedeix a determinar la bomba.

S'ha decidit utilitzar la mateixa bomba que la de la casa principal, però al tenir un cabal diferent s'obtindrà una altra pressió. També hi haurà dues bombes idèntiques en paral·lel on cadascuna proporcionarà un cabal de 0.605 l/s.

A continuació és mostra la corba de rendiment per extreure els resultats:

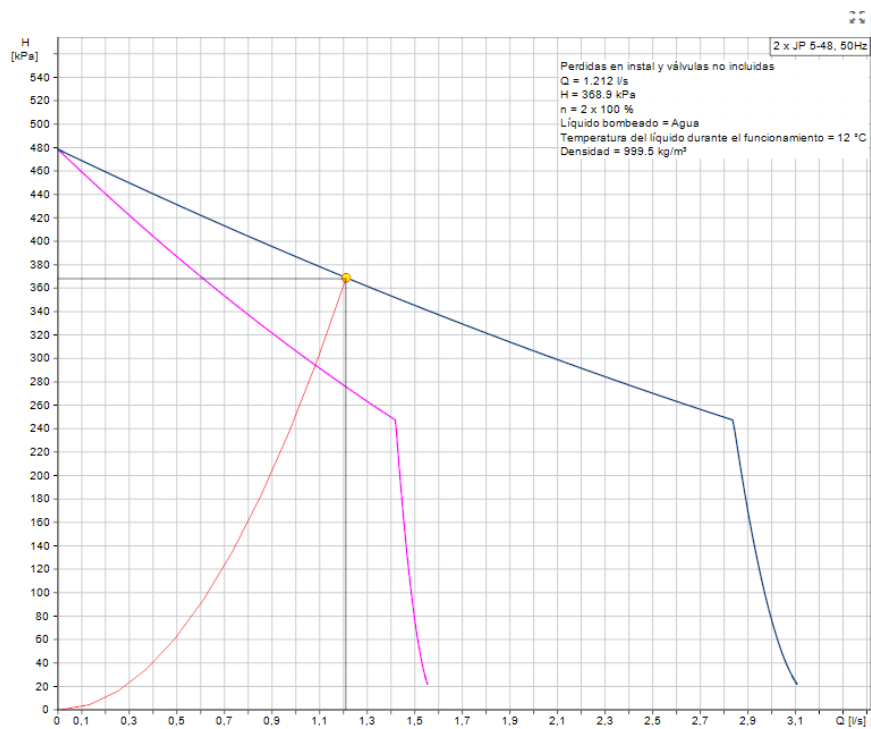


Figura 19: Corba de rendiment bomba Grundfos JP5-48. Font: grundfosl.com

Com es pot observar, per un cabal de 1,21 l/s s'exerceix una pressió de 368,9 Kpa que és el mateix que 38 mca aproximadament.

Per tant la pressió d'entrada a l'habitatge serà de:

Tram		Pèrdua de càrrega/m	Longitud del tram	Longitud equivalent de les pèrdues	Pèrdua en tram	Pressió inicial	Pressió final
Inici	Final	(mcda/m)	(m)	(m)	(mcda)	(mcda)	(mcda)
0	1	0,05	20,00	4,00	1,09	38,00	36,91

Taula 15: Característiques de la canonada del tram 0-1 Font: Pròpia

La pressió que arribarà a l'habitatge serà de 36,91 mca, que serà una pressió suficient per poder satisfer totes les necessitats.

Cal recalcar uns aspectes a tenir en compte sobre les bombes de subministrament d'aigua:

- La canonada de succió s'haurà de connectar a la bomba amb una mica d'inclinació per evitar l'existència de bosses d'aire.
- Tindrà una vàlvula de peu per aspirar l'aigua del dipòsit com a màxim 8 metres. En aquest projecte com el dipòsit i les bombes estan a la mateixa alçada no hi haurà problema.
- Hi haurà una vàlvula de tancament però sempre estarà oberta excepte quan s'hagi de fer alguna reparació (una a l'entrada i una altra a la sortida).
- Si el diàmetre de la canonada és més gran o més petit que el que permet la bomba, s'haurà de fer una reducció excèntrica o una ampliació concèntrica.
- A la canonada de impulsió s'instal·larà una ampliació concèntrica ja que les canonades són més grans dels diàmetres establerts de les bombes. També s'instal·larà una vàlvula de retenció per evitar cops d'ariet. A més a més, també comptarà amb una junta d'expansió per evitar càrregues massives.
- A les canonades d'impulsió també s'instal·laran els comptadors i filtres.

A la documentació gràfica es poden veure aquests aspectes reflectits.

4.6. Situació dels elements de la instal·lació de fontaneria exterior

Un cop ja definits tots els elements seleccionats per poder subministrar aigua a l'interior dels habitatges, falta concretar-ne la ubicació d'aquests. Com s'ha mencionat anteriorment, aniran col·locats a una sala, que estarà compresa entre els dos habitatges.

En concret estarà situat en el següent lloc:



Figura 20: Ubicació dels components de la instal·lació exterior de fontaneria. Font: grundfosl.com

4.7. Instal·lació interior

En aquest apartat s'explicarà en detall com s'ha realitzat la instal·lació interior aplicant tots els coneixements adquirits anteriorment.

Aquesta instal·lació es centra en la part interna de l'habitatge, és a dir des de la clau general de tall de la casa.

També es definirà en aquest apartat la instal·lació d'aigües grises.

4.7.1. Descripció dels habitatges

Abans d'aprofundir en l'apartat, s'explicarà la distribució dels diferents punts de consum. Aquesta instal·lació estarà compresa per dos habitatges: la casa principal i la casa vinculada.

- Casa principal

Consta d'una capacitat de 9 persones. Està distribuïda de la següent manera:

- *Planta baixa:* constarà de les següents zones humides:
 - Cuina 1: Aigüera domèstica, rentaplats domèstic.
 - Cuina 2: Aigüera domèstica, rentaplats.
 - Bany 1: Lavabo, inodor amb cisterna.
 - Bany 2 : Dutxa, lavabo, inodor amb cisterna.
 - Bany 3: Dutxa, lavabo, inodor amb cisterna.
 - Bany 4: Dutxa, lavabo, inodor amb cisterna.
 - Bany 5: Dutxa, lavabo, inodor amb cisterna.
 - Safareig: Rentadora domèstica, aixeta safareig, acumulador ACS.
 - Aixeta aïllada per regadiu.
- *Planta primera:* constarà de les següents zones humides:
 - Bany 6: Banyera de mes de 1,40 metres, bidet, inodor amb cisterna, dos lavabos.
 - Bany 7: Banyera de mes de 1,40 metres, bidet, inodor amb cisterna, lavabo.

- Casa vinculada

Consta d'una capacitat de 4 persones. Està formada per una única planta que constarà de les següents zones humides:

- Cuina: aigüera domèstica, rentaplats domèstic.
- Bany 1: banyera de mes 1,40 metres, bidet, inodor amb cisterna, dos lavabos.
- Bany 2: inodor amb cisterna, lavabo, dutxa.
- Bany 3: inodor amb cisterna, lavabo, dutxa.
- Bany 4: Lavabo , inodor amb cisterna

- Dues aixetes aïllades (situades a l'exterior de la casa).

A la documentació gràfica trobarem els punts de consum situats als dos habitatges.

4.7.2. Dimensionat dels punts de consum

4.7.2.1. Condicions mínimes de subministrament

Un cop definits els aparells que hi haurà instal·lats en els dos habitatges, el següent pas és definir tot un seguit d'aspectes necessaris com per exemple: dimensionat de les canonades, velocitat de l'aigua, caudal a subministrar...

Primer de tot, tocarà determinar quin consum té cada aparell, és a dir, quin cabal instantani ha d'arribar a cada sortidor d'aigua dels habitatges.

El consum de cada aparell està regit pel CTE, i ens proporciona uns cabals mínims d'AFS i ACS que s'exigeixen:

Tipus d'aparell	Cabal instantani mínim AFS (l/s)	Cabal instantani mínim ACS (l/s)
Rentamans	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Dutxa	0,20	0,10
Banyera de 1,40 m o més	0,30	0,20
Banyera de menys de 1,40 m	0,20	0,15
Bidet	0,10	0,065
Inodor amb cisterna	0,10	-
Inodor amb fluxor	1,25	-
Urinari amb aixeta temporitzada	0,15	-
Urinari amb cisterna	0,04	-
Aigüera domèstica	0,20	0,10
Aigüera no domèstica	0,30	0,20

Rentaplats domèstic	0,15	0,10
Rentaplats industrial	0,25	0,20
Safareig	0,20	0,10
Rentadora domèstica	0,20	0,15
Rentadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Aixeta aïllada	0,15	0,10
Aixeta aparcament	0,20	-
Abocador	0,20	-

Taula 16: Cabal instantani mínim per cada tipus d'aparell. Font: CTE

Per tant, un cop definit quin cabal mínim ha de tenir cada aparell i sabent quins aparells hi ha en cada habitatge, s'obté la següent taula:

- Casa principal

APARELL	Nº APARELLS	Qmín AFS (l/s)	Qmín ACS (l/s)
Lavabo	8	0,8	0,52
Dutxa	4	0,8	0,4
Banyera de 1,40 m o més	2	0,6	0,4
Bidet	2	0,2	0,13
Inodor amb cisterna	7	0,7	-
Aigüera domèstica	2	0,4	0,2
Rentaplats domèstic	2	0,3	0,2
Rentadora domèstica	1	0,2	0,15
Safareig	1	0,2	0,10
Aixeta aïllada	1	0,15	-

Taula 17: Aparells del Cabal instantani mínim de la casa principal. Font: CTE

En total es necessita un cabal mínim total de 4,35 l/s d'AFS i 2,1 l/s d'ACS per alimentar els punts de consum necessaris.

Cal recalcar, que com s'utilitzarà el tractament d'aigües grises, (és a dir, s'utilitzarà l'aigua de les dutxes i algunes aixetes per reutilitzar-la i així poder omplir les cisternes

dels inodors i l'aixeta aïllada per regar) no serà necessari tenir en compte el cabal dels inodors i l'aixeta aïllada, ja que aniran per separat.

Més endavant s'explicarà en detall el tractament d'aigües grises.

Així que finalment, el cabal mínim total d'aigua freda serà de 3,5 l/s.

- Casa vinculada

APARELL	Nº APARELLS	Qmín AFS (l/s)	Qmín ACS (l/s)
Lavabo	5	0,5	0,325
Dutxa	2	0,4	0,2
Banyera de 1,40 m o més	1	0,3	0,2
Bidet	1	0,1	0,065
Inodor amb cisterna	4	0,4	-
Aigüera domèstica	1	0,2	0,10
Rentaplats domèstic	1	0,15	0,10
Rentadora domèstica	1	0,2	0,15
Aixeta aïllada	2	0,3	-

Taula 18: Aparells del Cabal instantani mínim de la casa vinculada. Font: CTE

En total es necessita un cabal de 2,55 l/s per AFS i 1,14 l/s per ACS.

En aquest habitatge també s'utilitzarà el tractament d'aigües grises, per tant, serà un cabal de 1,85 l/s degut a que els inodors i les aixetes aïllades aniran per separat.

4.7.2.2. Altres elements a tenir en compte en la instal·lació

Com s'ha mencionat a l'apartat anterior, cada casa té una sèrie d'elements que subministren uns caudals que venen regits per el CTE, però a part d'aquests elements, existeixen altres que estan presents en aquest projecte que no venen especificats per el CTE i és necessari tenir-los en compte:

- En les dues cases s'haurà de tenir en compte que hi ha la presència d'un acumulador d'ACS, per tant, el cabal del dipòsit acumulador d'entrada d'aigua freda serà igual al cabal d'aigua calenta sanitària de tota la instal·lació. Això vol dir que a l'hora de fer els càlculs dels dos habitatges, a l'aigua freda se li haurà de sumar el cabal d'aigua calenta (òbviament tenint en compte els coeficients de simultaneïtat).
- En els dos habitatges s'utilitza el tractament d'aigües grises, però a l'hora de tenir en compte el dimensionat i els caudals que circulen per cadascun dels trams, hi haurà una canonada que anirà vinculada als dipòsits d'aquestes aigües mitjançant una electrovàlvula, que serà oberta en el cas que el dipòsit d'aigües grises no tingués la suficient aigua per satisfer les necessitats. A tot això, probablement aquesta canonada serà utilitzada en molt poques ocasions, però s'ha de tenir en compte igualment.

Per tant aquest caudal també haurà de ser afegit. Bàsicament el caudal serà el dels inodors i el de les aixetes aïllades.

4.7.3. Cabal màxim de la instal·lació i coeficient de simultaneïtat

Un cop definits tots els elements que s'ha de tenir en compte per a la instal·lació, s'arriba a la conclusió de que el cabal total d'aigua freda serà el següent:

Cabal total AFS: AFS + acumulador d'ACS + Canonada aigües grises

- **Casa principal**

Cabal total AFS: $3,5 + 2,1 + 0,85 = 6,45 \text{ l/s}$

- **Casa vinculada**

Cabal total AFS: $1,85 + 1,14 + 0,7 = 3,69 \text{ l/s}$

Òbviament aquest serà el cabal màxim, sense tenir en compte els coeficients de simultaneïtat. És a dir, son uns cabals irrealis per a la instal·lació, ja que mai estaran accionats tots els punts de consum.

Per saber els cabals reals, s'ha de tenir en compte un coeficient de simultaneïtat que consta de la següent expressió:

$$K_v = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

$$Q_{max} = SumQ \cdot K_v$$

On :

- K_v = Coeficient de simultaneïtat entre els aparells.
 n = Número d'aparells instal·lats.
 Q_{max} = Cabal màxim previsible (l/s) d'aigua freda.
 $SumQ$ = Suma del cabal instantani mínim d'aigua freda dels aparells instal·lats (l/s).

Un cop definit aquest aspecte, ja es pot determinar el cabal màxim previsible de la instal·lació.

4.7.4. Cabal màxim previsible de la casa principal

Com es pot comprovar a la taula 14, a la casa principal tenim un total de 30 elements per consumir. Aquests elements es distribueixen de la següent manera:

- 22 elements tindran una demanda directe d'aigua freda sanitària. Per tant el seu coeficient de simultaneïtat serà de:

$$K_v = \frac{1}{\sqrt{22-1}} = 0,22$$

$$Q_{max} = 3,5 \cdot 0,22 = 0,76 \text{ l/s}$$

- 22 elements tindran una demanda d'aigua calenta sanitària. Per tant, la demanda de l'aigua freda al acumulador d'ACS, com s'ha comentat anteriorment, serà la mateixa que la de la sortida del acumulador d'ACS.

$$K_v = \frac{1}{\sqrt{22-1}} = 0,22$$

$$Q_{max} = 2,1 \cdot 0,22 = 0,46 \text{ l/s}$$

- 8 elements seran subministrats pel dipòsit d'aigües grises. Però si en algun moment faltés demanda d'aigua, la canonada d'aigua freda sanitària s'activaria per la electrovàlvula per satisfer les necessitats.

$$K_v = \frac{1}{\sqrt{8-1}} = 0,38$$

$$Q_{max} = 0,85 \cdot 0,38 = 0,32 \text{ l/s}$$

Per tant, un cop definides les demandes d'aigua amb els seus coeficients de simultaneïtat corresponents es pot saber el màxim cabal instal·lat simultani que necessitarà la instal·lació de fontaneria.

Així que el cabal màxim previsible de la casa principal serà:

$$\text{Cabal total AFS: } 0,76 + 0,46 + 0,32 = \mathbf{1,54 \text{ l/s}}$$

Aquest serà el cabal màxim previsible, però tot i així en pocs casos es donaran aquestes condicions ja que la canonada d'aigües grises serà accionada molt pocs cops. Però és necessari sempre estudiar el pitjor dels casos possibles per comprovar que la instal·lació està capacitada de cobrir les màximes necessitats.

4.7.5. Cabal màxim previsible de la casa vinculada

En la casa vinculada el procediment que s'ha de realitzar és pràcticament el mateix que el de la casa principal. Com es pot observar a la taula 15, a la casa vinculada tenim un total de 18 elements per consumir. Aquests elements es distribueixen de la següent manera:

- 12 elements tindran una demanda directe d'aigua freda sanitària. Per tant, el seu coeficient de simultaneïtat serà de:

$$K_v = \frac{1}{\sqrt{12-1}} = 0,30$$

$$Q_{max} = 1,85 \cdot 0,30 = 0,56 \text{ l/s}$$

- 12 elements tindran una demanda d'aigua calenta sanitària, per tant, la demanda de l'aigua freda al acumulador d'ACS, com hem dit anteriorment serà la mateixa que la de la sortida del acumulador d'ACS.

$$K_v = \frac{1}{\sqrt{22-1}} = 0,30$$

$$Q_{max} = 1,14 \cdot 0,30 = 0,34 \text{ l/s}$$

- 6 elements seran subministrats per el dipòsit d'aigües grises. Però si en algun moment faltés demanda d'aigua, la canonada aigua freda sanitària s'activaria per la electrovàlvula per satisfer les necessitats corresponents.

$$K_v = \frac{1}{\sqrt{6-1}} = 0,45$$

$$Q_{max} = 0,70 \cdot 0,45 = 0,31 \text{ l/s}$$

Per tant, un cop definides les demandes d'aigua amb els seus coeficients de simultaneïtat corresponents, ja es pot saber el màxim cabal instal·lat simultani que necessitarà la instal·lació de fontaneria.

Finalment, el cabal màxim previsible de la casa vinculada serà:

$$\text{Cabal total AFS: } 0,56 + 0,34 + 0,31 = \mathbf{1,21 \text{ l/s}}$$

Aquest serà el cabal màxim previsible, però tot i així en pocs casos es donaran aquestes condicions ja que la canonada d'aigües grises serà accionada molt pocs cops. Però és necessari sempre estudiar el pitjor dels casos possibles per comprovar que la instal·lació està capacitada de cobrir les màximes necessitats.

4.7.6. Dimensionat dels trams

El dimensionat de la xarxa es realitzarà a partir del dimensionat de cadascun dels trams, i per això es partirà del circuit considerant com més desfavorable aquell que conti amb la major pèrdua de pressió deguda tant al fregament com a la seva alçada geomètrica.

El dimensionat dels trams es realitzarà d'acord al següent procediment:

- El cabal màxim de cada tram serà igual a la suma dels cabals dels punts de consum alimentats d'acord amb les taules del anterior apartat.
- S'establiran els coeficients de simultaneïtat de cada tram d'acord amb un criteri adequat.

- Es determinarà el cabal de càlcul de cada tram com a producte del cabal màxim per el coeficient de simultaneïtat corresponent.
- Elecció d'una velocitat de càlcul compresa entre els següents intervals:
 - Canonades metàl·liques: entre 0,50 i 2,00 m/s.
 - Canonades termoplàstiques i multicapa: entre 0,50 i 3,50 m/s.
- Obtenció del diàmetre corresponent a cada tram en funció del cabal i de la velocitat.

En els apartats anteriors, s'ha calculat el cabal màxim previsible de cada instal·lació, es a dir, el tram principal. Aquest tram principal es començarà a ramificar, i el procediment serà bàsicament el mateix que s'ha fet anteriorment.

El mètode que s'ha utilitzat per tenir-ho tot mecanitzat ha sigut l'Excel, del qual a continuació es mostren les taules de tots els trams de la instal·lació.

Es mostraran primerament els trams que ha de satisfer l'aigua freda sanitària i després els trams de l'aigua calenta sanitària.

A la documentació gràfica es veuran reflectits tots els trams.

Inici	Final	Lavabo	Dutxa	Banyera 1,40 ó més	Bidet	Aigüera domèstica	Rentaplats domèstic	Safareig	Rentadora domèstica	Num. Aparells.	Coef. Simult.	Cabal Instal.	Cabal Simult.	Cabal acu.ACS	Cabal A.grises	altura	Cabal Simult. Total	
		0,1 (l/s)	0,2 (l/s)	0,3 (l/s)	0,1 (l/s)	0,2 (l/s)	0,15 (l/s)	0,2 (l/s)	0,2 (l/s)							H (m)	(l/s)	(m³/h)
1	2	8	4	2	2	2	2	1	1	22	0,22	3,50	0,76	0,46	0,32	0	1,54	5,56
2	3	5	1	2	2	1	1	1	1	14	0,28	2,25	0,62	0,46	0	0	1,08	3,90
3	4	1	1							2	1,00	0,30	0,30	0	0	0	0,300	1,08
4	5		1							1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
4	6	1								1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
3	7	4		2	2	1	1	1	1	12	0,30	1,95	0,59	0,46	0	0	1,05	3,77
7	8							1	1	2	1,00	0,40	0,40	0,46	0	0	0,86	3,10
8	9									0	1,00	0,00	0,00	0,46	0	0	0,46	1,66
8	10							1	1	2	1,00	0,40	0,40	0	0	0	0,40	1,44
10	11							1		1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
10	12								1	1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
2	13	3	3			1	1			8	0,38	1,25	0,47	0	0,32	0	0,79	2,85
13	14	1	1							2	1,00	0,30	0,30	0	0,32	0	0,62	2,23
14	15	1	1							2	1,00	0,30	0,30	0	0	0	0,30	1,08
15	16	1								1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
15	17		1							1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
14	18									0	1,00	0,00	0,00	0	0,32	0	0,32	1,15
13	19	2	2			1	1			6	0,45	0,95	0,42	0	0	0	0,42	1,53
19	20	1	1							2	1,00	0,30	0,30	0	0	0	0,30	1,08
20	21	1								1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
20	22		1							1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
19	23	1	1			1	1			4	0,58	0,65	0,38	0	0	0	0,38	1,35
23	24	1					1			2	1,00	0,25	0,25	0	0	0	0,25	0,90
24	25					1				1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
24	26						1			1	1,00	0,15	0,15	0	0	0	0,15	0,54
23	27	1	1							2	1,00	0,30	0,30	0	0	0	0,30	1,08
27	28	1								1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
27	29		1							1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72

Inici	Final	Lavabo	Dutxa	Banyera 1,40 ó més	Bidet	Aigüera domèstica	Rentaplats domèstic	Safareig	Rentadora domèstica	Num. Aparells.	Coef. Simult.	Cabal Instal.	Cabal Simult.	Cabal acu.ACS	Cabal A.grises	altura	Cabal Simult. Total	
		0,1 (l/s)	0,2 (l/s)	0,3 (l/s)	0,1 (l/s)	0,2 (l/s)	0,15 (l/s)	0,2 (l/s)	0,2 (l/s)							H (m)	(l/s)	(m³/h)
7	30	4		2	2	1	1			10	0,33	1,55	0,52	0	0	0	0,52	1,86
30	31	1				1	1			3	0,71	0,45	0,32	0	0	0	0,32	1,15
31	32	1								1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
31	33					1	1			2	1,00	0,35	0,35	0	0	0	0,35	1,26
33	34					1				1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
33	35						1			1	1,00	0,15	0,15	0	0	0	0,15	0,54
30	36	3		2	2					7	0,41	1,10	0,45	0	0	3	0,45	1,62
36	37	1		1	1					3	0,71	0,50	0,35	0	0	0	0,35	1,27
37	38	1			1					2	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
38	39				1					1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
38	40	1								1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
37	41			1						1	1,00	0,30	0,30	0	0	0	0,30	1,08
36	42	2		1	1					4	0,58	0,60	0,35	0	0	0	0,35	1,25
42	43	2			1					3	0,71	0,30	0,21	0	0	0	0,21	0,76
43	44				1					1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
43	45	2								2	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
45	46	1								1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
45	47	1								1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
42	48			1						1	1,00	0,30	0,30	0	0	0	0,30	1,08

Taula 19: Cabals i trams de subministrament aigua freda de la casa principal. Font: Pròpia

Inici	Final	Lavabo	Dutxa	Banyera 1,40 ó més	Bidet	Aigüera domèstica	Rentaplats domèstic	Safareig	Rentadora domèstica	Num. Aparells	Coef. Simult.	Cabal. Instal.	Cabal. Simult.	Altura	Cabal Simult Total	
		0,065 (l/s)	0,1 (l/s)	0,2 (l/s)	0,065 (l/s)	0,1 (l/s)	0,1 (l/s)	0,1 (l/s)	0,15 (l/s)					H (m)	(l/s)	(m³/h)
1	2	8	4	2	2	2	2	1	1	22	0,22	2,10	0,46	0	0,46	1,65
2	3							1	1	2	1,00	0,25	0,25	0	0,25	0,90
3	4							1		1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
3	5								1	1	1,00	0,15	0,15	0	0,15	0,54
2	6	8	4	2	2	2	2			20	0,23	1,85	0,42	0	0,42	1,53
6	7	4	4			1	1			10	0,33	0,86	0,29	0	0,29	1,03
7	8	1	1							2	1,00	0,17	0,17	0	0,17	0,59
8	9		1							1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
8	10	1	1							2	1,00	0,17	0,17	0	0,17	0,59
7	11	3	3			1	1			8	0,38	0,70	0,26	0	0,26	0,95
11	12	1	1							2	1,00	0,17	0,17	0	0,17	0,59
12	13	1								1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
12	14		1							1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
11	15	2	2			1	1			6	0,45	0,53	0,24	0	0,24	0,85
15	16	1								1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
16	17	1								1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
16	18		1							1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
15	19	1	1			1	1			4	0,58	0,37	0,21	0	0,21	0,76
19	20					1	1			2	1,00	0,20	0,20	0	0,20	0,72
20	21					1				1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
20	22						1			1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
19	23	1	1							2	1,00	0,17	0,17	0	0,17	0,59
23	24	1								1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
23	25		1							1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
6	26	4		2	2	1	1			10	0,33	0,99	0,33	0	0,33	1,19
26	27	1				1	1			3	0,71	0,27	0,19	0	0,19	0,67
27	28	1								1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
27	29					1	1			2	1,00	0,20	0,20	0	0,20	0,72

Inici	Final	Lavabo	Dutxa	Banyera 1,40 ó més	Bidet	Aigüera domèstica	Rentaplats domèstic	Safareig	Rentadora domèstica	Num. Aparells	Coef. Simult.	Cabal. Instal.	Cabal. Simult.	Altura	Cabal Simult Total	
		0,065 (l/s)	0,1 (l/s)	0,2 (l/s)	0,065 (l/s)	0,1 (l/s)	0,1 (l/s)	0,1 (l/s)	0,15 (l/s)					H (m)	(l/s)	(m³/h)
29	30					1				1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
29	31						1			1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
26	32	3		2	2					7	0,41	0,73	0,30	3	0,30	1,07
32	33	1		1	1					3	0,71	0,33	0,23	0	0,23	0,84
33	34	1			1					2	1,00	0,13	0,13	0	0,13	0,47
34	35				1					1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
35	36	1								1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
33	37			1						1	1,00	0,20	0,20	0	0,20	0,72
32	38	2		1	1					4	0,58	0,40	0,23	0	0,23	0,82
38	39	2			1					3	0,71	0,20	0,14	0	0,14	0,50
39	40				1					1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
39	41	2								2	1,00	0,13	0,13	0	0,13	0,47
41	42	1								1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
41	43	1								1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
38	44			1						1	1,00	0,20	0,20	0	0,20	0,72

Taula 20: Cabals i trams de subministrament aigua calenta de la casa principal. Font: Pròpia

Inici	Final	Lavabo	Dutxa	Banyera 1,40 ó més	Bidet	Aigüera domèstica	Rentaplats domèstic	Rentadora domèstica	Num. Aparells.	Coef. Simult.	Cabal Instal.	Cabal Simult.	Cabal acu.ACS	Cabal A.grises	altura	Cabal Simult. Total	
		0,1 (l/s)	0,2 (l/s)	0,3 (l/s)	0,1 (l/s)	0,2 (l/s)	0,15 (l/s)	0,2 (l/s)							H (m)	(l/s)	(m³/h)
1	2	5	2	1	1	1	1	1	12	0,30	1,85	0,56	0,34	0,31	0	1,21	4,35
2	3								0	1,00	0,00	0,00	0	0,31	0	0,31	1,12
2	4	1				1	1		3	0,71	0,45	0,32	0	0	0	0,32	1,15
4	5					1	1		2	1,00	0,35	0,35	0	0	0	0,35	1,26
5	6					1			1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
6	7						1		1	1,00	0,15	0,15	0	0	0	0,15	0,54
6	8	1							1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
5	9	4	2	1	1			1	9	0,35	1,40	0,49	0	0	0	0,49	1,78
4	10								0	1,00	0,00	0,00	0,34	0	0	0,34	1,22
10	11	4	2	1	1			1	9	0,35	1,40	0,49	0,34	0	0	0,83	3,01
10	12							1	1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
12	13	4	2	1	1				8	0,38	1,20	0,45	0	0	0	0,45	1,63
12	14	2	2						4	0,58	0,60	0,35	0	0	0	0,35	1,25
14	15	1	1						2	1,00	0,30	0,30	0	0	0	0,30	1,08
15	16		1						1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
16	17	1							1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
16	18	1	1						2	1,00	0,30	0,30	0	0	0	0,30	1,08
15	19		1						1	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
19	20	1							1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
19	21	2		1	1				4	0,58	0,60	0,35	0	0	0	0,35	1,25
14	22	2		1	1				4	0,58	0,60	0,35	0	0	0	0,35	1,25
22	23	2							2	1,00	0,20	0,20	0	0	0	0,20	0,72
23	24	1							1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
23	25	1							1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
22	26			1	1				2	1,00	0,40	0,40	0	0	0	0,40	1,44
26	27				1				1	1,00	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,36
26	28			1					1	1,00	0,30	0,30	0	0	0	0,30	1,08

Taula 21: Cabals i trams de subministrament aigua freda de la casa vinculada. Font: Pròpia

Inici	Final	Lavabo	Dutxa	Banyera 1,40 ó més	Bidet	Aigüera domèstica	Rentaplats domèstic	Rentadora domèstica	Num. Aparells	Coef. Simult.	Cabal Instal.	Cabal Simult.	Altura H (m)	Cabal Simult. Total	
		0,065 (l/s)	0,1 (l/s)	0,2 (l/s)	0,065 (l/s)	0,1 (l/s)	0,1 (l/s)	0,15 (l/s)						(l/s)	(m³/h)
1	2	5	2	1	1	1	1	1	12	0,30	1,14	0,34	0	0,34	1,24
2	3	1				1	1		3	0,71	0,27	0,19	0	0,19	0,67
3	4					1	1		2	1,00	0,20	0,20	0	0,20	0,72
4	5					1			1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
4	6						1		1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
3	7	1							1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
2	8	4	2	1	1			1	9	0,35	0,88	0,31	0	0,31	1,11
8	9							1	1	1,00	0,15	0,15	0	0,15	0,54
8	10	4	2	1	1				8	0,38	0,73	0,27	0	0,27	0,99
10	11	2	2						4	0,58	0,33	0,19	0	0,19	0,69
11	12	1	1						2	1,00	0,17	0,17	0	0,17	0,59
12	13		1						1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
12	14	1							1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
11	15	1	1						2	1,00	0,17	0,17	0	0,17	0,59
15	16		1						1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
15	17	1							1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
10	18	2		1	1				4	0,58	0,40	0,23	0	0,23	0,82
18	19	2							2	1,00	0,13	0,13	0	0,13	0,47
19	20	1							1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
19	21	1							1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
18	22			1	1				2	1,00	0,27	0,27	0	0,27	0,95
22	23				1				1	1,00	0,07	0,07	0	0,07	0,23
22	24			1					1	1,00	0,20	0,20	0	0,20	0,72

Taula 22: Cabals i trams de subministrament aigua calenta de la casa vinculada. Font: Pròpia

4.7.7. Dimensionat de les derivacions a recintes humits i ramals d'enllaç

Els ramals d'enllaç als aparells domèstics es dimensionaran conforme els valors que apareixen a la següent taula.

Diàmetres mínims de derivacions als aparells		
Aparell o punt de consum	Diàmetre nominal dels ramals d'enllaç	
	Tub d'acer (")	Tub de coure o plàstic (mm)
Rentamans	1/2	12
Lavabo, bidet	1/2	12
Dutxa	1/2	12
Banyera < 1,40 m	3/4	20
Banyera > 1,40 m	3/4	20
Inodor amb cisterna	1/2	12
Inodor amb fluxor	1-1 ½	25-40
Urinari amb aixeta temporitzada	1/2	12
Urinari amb cisterna	1/2	12
Aigüera domèstica	1/2	12
Aigüera industrial	3/4	20
Rentaplats domèstic	1/2 (rosca a 3/4)	12
Rentaplats industrial	3/4	20
Rentadora domèstica	3/4	20
Rentadora industrial	1	25
Abocador	3/4	20

Taula 23: Diàmetres mínims de derivacions dels aparells. Font: CTE

Els diàmetres dels diferents trams de la xarxa de subministrament es dimensionaran conforme al procediment establert en els apartats anteriors, i com a mínim tindran els següents valors:

Diàmetres mínims d'alimentació		
Tram considerat	Diàmetre nominal del tub d'alimentació	
	Tub d'acer (")	Tub de coure o plàstic (mm)
Alimentació a recinte humit privat: bany, servei, cuina.	3/4	20
Alimentació a derivació particular: habitatge, apartament, local comercial.	3/4	20
Columna (muntant o baixant)	3/4	20
Distribuïdor principal	1	25
Alimentació equips de climatització		
< 50 kW	1/2	12
50 – 250 kW	3/4	20
250 – 500 kW	1	25
> 500 kW	1 1/4	32

Taula 24: Diàmetres mínims d'alimentació. Font: CTE

4.7.8. Càlcul de la instal·lació

La instal·lació s'ha calculat tenint en compte els paràmetres esmentats anteriorment i amb l'objectiu d'obtenir els següents paràmetres de funcionament:

- **Velocitat del fluid (aigua):**
 - Com s'ha comentat anteriorment la velocitat del fluid en canonades termoplàstiques ha de ser compresa entre 0,5 i 3,50 m/s.
S'ha decidit estipular que a les zones interiors no superi una velocitat màxima de 1,5 m/s; ja que es una velocitat força idònia per l'interior de l'habitatge.
- **Pressió mínima:**
 - 100 kPa per a aixetes comuns.
 - 150 kPa per a fluxors i escalfadors.
 - La pressió en qualsevol punt no superarà els 500 kPa.

4.7.8.1. Velocitat del fluid

Per tal de reduir els sorolls generats per la instal·lació d'aigua, s'han calculat les canonades de tal manera que la velocitat del fluid a les zones interiors estigui dintre del marge de 0,5 m/s a 1,5 m/s i a la resta de zones estigui entre 0,5 m/s i 2 m/s. Els càlculs de velocitat del fluid s'han realitzat utilitzant la següent fórmula:

$$Q = V \cdot S \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

On :

- | | | |
|---|---|-------------------------------|
| Q | = | Cabal màxim previsible (l/s). |
| V | = | Velocitat de hipòtesis (m/s). |
| D | = | Diàmetre interior (mm). |

4.7.8.2. Pèrdua de càrrega

S'ha dimensionat la instal·lació per tal que la pèrdua de càrrega en els punts d'utilització sigui tal que asseguri una pressió que es mantingui en el marge de 15 mcda a 45 mcda en els receptors.

Per al càlcul de la pèrdua de càrrega s'ha emprat la formula empírica de Prandtl-Colebrook :

$$V = -2\sqrt{2gD \cdot I} \log_{10} \left(\frac{k_a}{3.71D} + \frac{2.51\nu}{D\sqrt{2gD \cdot I}} \right)$$

On :

V	=	Velocitat del aigua (m/s).
D	=	Diàmetre interior del tub (m).
I	=	Pèrdua de carrega lineal (m/m).
ka	=	Rugositat uniforme equivalent (m).
nu	=	Viscositat cinemàtica del fluid (m²/s).
g	=	Acceleració de la gravetat (m²/s).

i la formula de pèrdues de càrrega totals :

$$J_T = J_U \cdot (L + L_{eq}) + \Delta H$$

On :

JT	=	Pèrdua de carrega total en el tram (mcda).
JU	=	Pèrdua de carrega unitària (mcda/m).
L	=	Longitud del tramo (m).
Leq	=	Longitud equivalent dels accessoris del tram (m).
DH	=	Diferència de cotes (m).

La pèrdua de pressió lineal recull la pressió que es perd en cada metre de la canonada, però, addicionalment s'ha de tenir en compte les pèrdues de càrrega que es generen en els accidents de les canonades: colzes, tes, corbes, vàlvules de retenció, vàlvules d'esfera, reduccions...

Aquestes pèrdues de pressió localitzades es denominen pèrdues singulars i s'han de valorar per obtenir les pèrdues de pressió totals del tram.









El CTE ens dona dues possibilitats

- La primera opció consta en utilitzar el mètode de la longitud equivalent. Així s'augmenta la longitud real de la canonada en un percentatge per assimilar les pèrdues de càrrega puntuals. S'estableix entre un 20%-30% de la longitud real.

$$L_{\text{equivalent}} = L_{\text{real}} \times 20\%$$

$$L_{\text{equivalent}} = L_{\text{real}} \times 30\%$$

- La segona opció consta en avaluar els elements de la instal·lació en cada tram mitjançant una taula de les pèrdues que comporta cada element en metres. La taula a utilitzar seria la següent:

LONGITUDES EQUIVALENTES (m) DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA DE ALGUNOS ACCESORIOS DE LAS CONDUCCIONES											
Clase de accesorio	Diámetros nominales de las tuberías	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100
Curva de 90°		0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97
Codo de 90°		0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21
Reducción		0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00
T divergente		0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
T directa con derivación		0,18	0,24	0,29	0,36	0,47	0,62	0,80	0,91	0,94	1,03
T derivación ramal		1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90
Válvula de bola		0,18	0,24	0,29	0,36	0,47	0,62	0,80	0,91	0,94	1,03
Llaves y válvulas de paso y cierre		0,57	0,76	0,82	0,84	0,94	1,43	1,60	1,82	1,88	2,06

Taula 25: Pèrdues de càrrega en els accessoris. Font: UNE 149201

Finalment, la opció que més s'adequa a les necessitats del projecte és la primera, degut a que és un mètode més ràpid a utilitzar i més senzill. A més a més, s'estimarà un 20% de la longitud real.

4.7.9. Dimensionat de la instal·lació

Un cop definit tots els aspectes, es procedeix a efectuar els càlculs per determinar totes les dades necessàries.

Cal esmentar que el procediment que es segueix per la instal·lació d'aigua freda, és pràcticament el mateix que el de l'aigua calenta.

Per saber la pressió inicial d'aigua freda, caldrà buscar una bomba que sigui capaç de subministrar el cabal màxim instal·lat simultani i que compleixi les necessitats mínimes i màximes de pressió dels punts de consum. Que ja han estat determinades en el apartat 4.5.4

Les pressions que arribaran a les dues cases seran les següents:

- Casa principal: arribarà una pressió de 30,95 mca = 303,51 Kpa.
- Casa vinculada: arribarà una pressió de 36,91 mca = 361,95 Kpa.

Si s'observen més endavant les taules de càlculs a l'apartat de pressions, podem observar que tots els trams queden satisfets i amb els rangs establerts per el CTE, per tant, aquestes pressions d'entrada a cada habitatge seran correctes. Si observem el tram més allunyat, el que tindrà unes pèrdues de pressió majors són:

- **Casa principal:** el tram 45-47 amb una pressió final de 24,39 mca; així que s'obtenen unes pèrdues de $30,95 - 24,39 = 6,56$ mca.
- **Casa vinculada:** el tram 26-28 amb una pressió final de 33,43; així que s'obtenen unes pèrdues de $36,91 - 33,43 = 3,48$ mca.

Per determinar la pressió de la instal·lació d'aigua calenta, es tan senzill com determinar la pressió final del tram d'entrada d'aigua freda del acumulador D'ACS. En concret els trams següents:

- **Casa Principal:** tram 8-9, que observant les taules de càlcul suposarà una pressió de 30,08 mca.
- **Casa vinculada:** tram 10-, que observant les taules de càlcul suposarà una pressió de 35,55 mca.

Un cop conegudes aquestes pressions inicials per satisfer l'aigua calenta, cal observar els trams més allunyats per saber si els punts de consum queden satisfets o no amb el rang regit per el CTE, (el procediment serà pràcticament el que s'ha realitzat anteriorment amb l'aigua freda):

- **Casa principal:** el tram 38-44 amb una pressió final de 23,03 mca; així que s'obtenen unes pèrdues de $30,08 - 23,03 = 7,05$ mca.
- **Casa vinculada:** el tram 22-24 amb una pressió final de 31,70 mca; així que s'obtenen unes pèrdues de $35,55 - 31,70 = 3,85$ mca.

A l'hora de definir la longitud de les canonades és necessari tenir en compte a quina alçada estaran situats els elements de consum. Per així incrementar mes o menys la longitud de la canonada:

- Lavabo: 60 cm des del terra.
- Dutxa: 120 cm des del terra.
- Bidet: 20 dm des del terra.
- Aigüera domèstica: 65 cm des del terra.
- Banyera: 65 cm des del terra.
- Rentavaixelles: 55 cm des del terra.
- Rentadora: 50 cm des del terra.
- Acumulador: 50 cm des del terra per aigua freda i 150 cm des del terra per aigua calenta.

A continuació es mostren les taules de càlcul que venen definides per les dimensions de la canonada de cada tram, les velocitats a cada tram, les pèrdues de pressió de cada tram i les pressions inicials i finals de cada tram.

Tram		Dimensions canonada	Diàmetre interior	Velocitat	Pèrdua de càrrega/m	Longitud del tram	Longitud equivalent de les pèrdues	Pèrdua en tram	Pressió inicial	Pressió final
Inici	Final									
		(mm)	(mm)	(m/s)	(mcda/m)	(m)	(m)	(mcda)	(mcda)	(mcda)
1	2	50 x 6,9	36,2	1,50	0,07	3,60	0,72	0,30	30,95	30,65
2	3	50 x 6,9	36,2	1,05	0,04	0,40	0,08	0,02	30,65	30,63
3	4	25 x 3,5	18	1,18	0,11	1,50	0,30	0,20	30,63	30,43
4	5	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	1,80	0,36	0,34	30,43	30,10
4	6	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	3,30	0,66	0,18	30,43	30,25
3	7	50 x 6,9	36,2	1,02	0,04	1,75	0,35	0,07	30,63	30,55
7	8	40 x 5,5	29	1,30	0,07	3,10	0,62	0,27	30,55	30,29
8	9	32 x 4,4	23,2	1,09	0,07	2,50	0,50	0,21	30,29	30,08
8	10	32 x 4,4	23,2	0,95	0,05	1,50	0,30	0,10	30,29	30,19
10	11	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	2,40	0,48	0,45	30,19	29,74
10	12	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	3,10	0,62	0,58	30,19	29,61
2	13	40 x 5,5	29	1,20	0,06	5,30	1,06	0,39	30,65	30,25
13	14	32 x 4,4	23,2	1,47	0,12	2,85	0,57	0,40	30,25	29,85
14	15	25 x 3,5	18	1,18	0,11	0,50	0,10	0,07	29,85	29,78
15	16	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,40	0,48	0,13	29,78	29,65
15	17	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	2,60	0,52	0,49	29,78	29,30
14	18	25 x 3,5	18	1,26	0,12	10,85	2,17	1,59	29,85	28,26
13	19	32 x 4,4	23,2	1,01	0,06	3,10	0,62	0,22	30,25	30,03
19	20	25 x 3,5	18	1,18	0,11	0,50	0,10	0,07	30,03	29,96
20	21	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,40	0,48	0,13	29,96	29,83
20	22	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	2,60	0,52	0,49	29,96	29,48
19	23	25 x 3,5	18	1,47	0,16	6,63	1,33	1,29	30,03	28,74
23	24	25 x 3,5	18	0,98	0,08	0,70	0,14	0,07	28,74	28,67
24	25	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	2,35	0,47	0,44	28,67	28,23
24	26	20 x 2,8	14,4	0,92	0,09	3,20	0,64	0,36	28,67	28,31
23	27	25 x 3,5	18	1,18	0,11	2,60	0,52	0,34	28,74	28,39
27	28	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,40	0,48	0,13	28,39	28,26
27	29	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	2,60	0,52	0,49	28,39	27,91
7	30	32 x 4,4	23,2	1,22	0,08	14,00	2,80	1,42	30,55	29,13
30	31	25 x 3,5	18	1,25	0,12	11,70	2,34	1,70	29,13	27,43
31	32	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	3,00	0,60	0,17	27,43	27,26
31	33	25 x 3,5	18	1,38	0,14	5,00	1,00	0,86	27,43	26,57
33	34	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	3,75	0,75	0,70	26,57	25,87
33	35	20 x 2,8	14,4	0,92	0,09	3,35	0,67	0,38	26,57	26,19
30	36	32 x 4,4	23,2	1,06	0,07	3,00	0,60	0,24	29,13	25,89
36	37	25 x 3,5	18	1,39	0,15	0,45	0,09	0,08	25,89	25,81
37	38	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	1,20	0,24	0,22	25,81	25,59
38	39	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,80	0,56	0,16	25,59	25,44
38	40	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	6,85	1,37	0,38	25,59	25,21
37	41	25 x 3,5	18	1,18	0,11	4,45	0,89	0,58	25,81	25,23
36	42	25 x 3,5	18	1,36	0,14	1,30	0,26	0,22	25,89	25,67
42	43	20 x 2,8	14,4	1,30	0,17	2,20	0,44	0,46	25,67	25,22
43	44	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,80	0,56	0,16	25,22	25,06
43	45	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	3,50	0,70	0,65	25,22	24,56
45	46	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,40	0,48	0,13	24,56	24,43
45	47	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	3,10	0,62	0,17	24,56	24,39
42	48	25 x 3,5	18	1,18	0,11	4,50	0,90	0,59	25,67	25,08

Taula 26: Dimensionat instal·lació aigua freda de la casa principal. Font: Pròpia

Tram		Dimensions canonada	Diàmetre int.	Velocitat	Pèrdua de càrrega/m	Longitud del tram	Longitud equivalent de les pèrdues	Pèrdua en tram	Pressió inicial	Pressió final
Inici	Final									
		(mm)	(mm)	(m/s)	(mcda/m)	(m)	(m)	(mcda)	(mcda)	(mcda)
1	2	32 x 4,4	23,2	1,08	0,07	1,50	0,30	0,12	30,08	29,96
2	3	25 x 3,5	18	0,98	0,08	1,50	0,30	0,14	29,96	29,81
3	4	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,40	0,48	0,13	29,81	29,68
3	5	20 x 2,8	14,4	0,92	0,09	3,10	0,62	0,35	29,81	29,47
2	6	32 x 4,4	23,2	1,00	0,06	3,10	0,62	0,22	29,96	29,73
6	7	25 x 3,5	18	1,13	0,10	1,75	0,35	0,21	29,73	29,52
7	8	20 x 2,8	14,4	1,01	0,11	1,50	0,30	0,20	29,52	29,32
8	9	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	1,80	0,36	0,10	29,32	29,22
8	10	20 x 2,8	14,4	1,01	0,11	3,30	0,66	0,44	29,32	28,88
7	11	25 x 3,5	18	1,03	0,09	5,85	1,17	0,61	29,52	28,92
11	12	20 x 2,8	14,4	1,01	0,11	3,35	0,67	0,45	28,92	28,47
12	13	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	2,40	0,48	0,06	28,47	28,41
12	14	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,60	0,52	0,14	28,47	28,33
11	15	20 x 2,8	14,4	1,46	0,21	3,10	0,62	0,78	28,92	28,14
15	16	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	0,50	0,10	0,01	28,14	28,12
16	17	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	2,40	0,48	0,06	28,12	28,06
16	18	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,60	0,52	0,14	28,12	27,98
15	19	20 x 2,8	14,4	1,29	0,17	6,63	1,33	1,36	28,14	26,78
19	20	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	0,70	0,14	0,13	26,78	26,65
20	21	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,35	0,47	0,13	26,65	26,52
20	22	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	3,20	0,64	0,18	26,65	26,47
19	23	20 x 2,8	14,4	1,01	0,11	2,60	0,52	0,35	26,78	26,43
23	24	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	2,40	0,48	0,06	26,43	26,37
23	25	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,60	0,52	0,14	26,43	26,29
6	26	25 x 3,5	18	1,30	0,13	14,00	2,80	2,17	29,73	27,56
26	27	20 x 2,8	14,4	1,15	0,14	11,70	2,34	1,95	27,56	25,62
27	28	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	3,00	0,60	0,08	25,62	25,54
27	29	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	5,00	1,00	0,93	25,62	24,68
29	30	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	3,75	0,75	0,21	24,68	24,48
29	31	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	3,35	0,67	0,19	24,68	24,50
26	32	25 x 3,5	18	1,16	0,11	3,00	0,60	0,38	27,56	24,18
32	33	20 x 2,8	14,4	1,43	0,20	0,45	0,09	0,11	24,18	24,07
33	34	20 x 2,8	14,4	0,80	0,07	1,20	0,24	0,10	24,07	23,96
34	35	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	2,80	0,56	0,07	23,96	23,89
35	36	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	6,85	1,37	0,18	23,89	23,71
33	37	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	4,45	0,89	0,83	24,07	23,24
32	38	20 x 2,8	14,4	1,40	0,20	1,30	0,26	0,31	24,18	23,87
38	39	20 x 2,8	14,4	0,85	0,08	2,20	0,44	0,21	23,87	23,66
39	40	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	2,80	0,56	0,07	23,66	23,59
39	41	20 x 2,8	14,4	0,80	0,07	3,50	0,70	0,31	23,66	23,35
41	42	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	2,40	0,48	0,06	23,35	23,29
41	43	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	3,10	0,62	0,08	23,35	23,27
38	44	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	4,50	0,90	0,84	23,87	23,03

Taula 27: Taula: Dimensionat instal·lació aigua calenta de la casa principal. Font: Pròpia

Tram		Dimensions canonada	Diàmetre int.	Velocitat	Pèrdua de càrrega/m	Longitud del tram	Longitud equivalent de les pèrdues	Pèrdua en tram	Pressió inicial	Pressió final
Inici	Final									
		(mm)	(mm)	(m/s)	(mcda/m)	(m)	(m)	(mcda)	(mcda)	(mcda)
1	2	50 x 6,9	36,20	1,17	0,05	8,50	1,70	0,46	36,91	36,45
2	3	25 x 3,5	18,00	1,22	0,12	4,25	0,85	0,59	36,45	35,86
2	4	32 x 4,4	23,20	1,32	0,10	3,60	0,72	0,42	36,45	36,03
4	5	25 x 3,5	18,00	1,25	0,12	0,50	0,10	0,07	36,03	35,96
5	6	25 x 3,5	18,00	1,38	0,14	0,90	0,18	0,16	35,96	35,80
6	7	20 x 2,8	14,40	1,23	0,16	2,35	0,47	0,44	35,80	35,36
6	8	20 x 2,8	14,40	0,92	0,09	3,20	0,64	0,36	35,80	35,44
5	9	20 x 2,8	14,40	0,61	0,05	7,40	1,48	0,41	35,96	35,55
4	10	40 x 5,5	29,00	1,26	0,07	0,81	0,16	0,07	36,03	35,96
10	11	25 x 3,5	18,00	1,34	0,14	2,50	0,50	0,41	35,96	35,55
10	12	32 x 4,4	23,20	1,17	0,08	1,00	0,20	0,09	35,96	35,87
12	13	20 x 2,8	14,40	1,23	0,16	2,50	0,50	0,47	35,87	35,40
12	14	32 x 4,4	23,20	1,07	0,07	7,90	1,58	0,64	35,87	35,23
14	15	25 x 3,5	18,00	1,36	0,14	2,00	0,40	0,34	35,23	34,89
15	16	25 x 3,5	18,00	1,18	0,11	0,30	0,06	0,04	34,89	34,85
16	17	20 x 2,8	14,40	1,23	0,16	1,80	0,36	0,34	34,85	34,52
16	18	20 x 2,8	14,40	0,61	0,05	3,15	0,63	0,17	34,85	34,68
15	19	25 x 3,5	18,00	1,18	0,11	2,30	0,46	0,30	34,89	34,59
19	20	20 x 2,8	14,40	1,23	0,16	1,80	0,36	0,34	34,59	34,25
19	21	20 x 2,8	14,40	0,61	0,05	3,15	0,63	0,17	34,59	34,42
14	22	25 x 3,5	18,00	1,36	0,14	6,50	1,30	1,10	35,23	34,13
22	23	20 x 2,8	14,40	1,23	0,16	0,50	0,10	0,09	34,13	34,04
23	24	20 x 2,8	14,40	0,61	0,05	2,40	0,48	0,13	34,04	33,90
23	25	20 x 2,8	14,40	0,61	0,05	3,10	0,62	0,17	34,04	33,87
22	26	32 x 4,4	23,20	0,95	0,05	2,75	0,55	0,18	34,13	33,95
26	27	20 x 2,8	14,40	0,61	0,05	2,80	0,56	0,16	33,95	33,80
26	28	25 x 3,5	18,00	1,18	0,11	4,00	0,80	0,52	33,95	33,43

Taula 28: Dimensionat instal·lació aigua freda de la casa vinculada. Font: Pròpia

Tram		Dimensions canonada	Diàmetre int.	Velocitat	Pèrdua de càrrega/m	Longitud del tram	Longitud equivalent de les pèrdues	Pèrdua en tram	Pressió inicial	Pressió final
Inici	Final									
		(mm)	(mm)	(m/s)	(mcda/m)	(m)	(m)	(mcda)	(mcda)	(mcda)
1	2	25 x 3,5	18	1,35	0,14	1,50	0,30	0,25	35,55	35,30
2	3	20 x 2,8	14,4	1,15	0,14	1,45	0,29	0,24	35,30	35,06
3	4	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	0,90	0,18	0,17	35,06	34,89
4	5	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	2,35	0,47	0,13	34,89	34,76
4	6	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	3,20	0,64	0,18	34,89	34,71
3	7	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	7,40	1,48	0,19	35,06	34,86
2	8	25 x 3,5	18	1,22	0,12	1,20	0,24	0,17	35,30	35,13
8	9	20 x 2,8	14,4	0,92	0,09	2,50	0,50	0,28	35,13	34,85
8	10	25 x 3,5	18	1,08	0,09	7,75	1,55	0,87	35,13	34,27
10	11	20 x 2,8	14,4	1,17	0,14	2,00	0,40	0,34	34,27	33,93
11	12	20 x 2,8	14,4	1,01	0,11	0,30	0,06	0,04	33,93	33,89
12	13	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	1,80	0,36	0,10	33,89	33,79
12	14	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	3,15	0,63	0,08	33,89	33,80
11	15	20 x 2,8	14,4	1,01	0,11	2,30	0,46	0,31	33,93	33,62
15	16	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	1,80	0,36	0,10	33,62	33,52
15	17	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	3,15	0,63	0,08	33,62	33,54
10	18	20 x 2,8	14,4	1,40	0,20	6,50	1,30	1,53	34,27	32,74
18	19	20 x 2,8	14,4	0,80	0,07	0,50	0,10	0,04	32,74	32,69
19	20	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	2,40	0,48	0,06	32,69	32,63
19	21	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	3,10	0,62	0,08	32,69	32,61
18	22	25 x 3,5	18	1,04	0,09	2,75	0,55	0,29	32,74	32,45
22	23	20 x 2,8	14,4	0,40	0,02	2,80	0,56	0,07	32,45	32,38
22	24	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	4,00	0,80	0,75	32,45	31,70

Taula 29: Dimensionat instal·lació aigua calenta de la casa vinculada. Font: Pròpia

4.7.10. Dimensionat de la xarxa de retorn d'ACS

A les dues cases hi haurà xarxa, ja que el punt de consum més allunyat és superior a 15 metres.

Per a determinar el cabal que circula per el circuit de retorn, s'estima que a l'aixeta més allunyada, la pèrdua de temperatura serà com a màxim de 3°C des de la sortida de l'acumulador o intercanviador.

Es considera que circularà com a mínim el 10% de l'aigua d'alimentació. De qualsevol manera, el diàmetre interior mínim de la xarxa de recirculació serà de 16 mm. En el present cas, serà de 20 mm ja que és el diàmetre mínim del qual disposa el fabricant.

A continuació, es mostren els diferents diàmetres en funció del cabal recirculat:

Relació entre diàmetre de canonada i cabal recirculat d'ACS	
Diàmetre nominal de la canonada (polzades)	Cabal recirculat (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 1/4	1.100
1 1/2	1.800
2	3.300

Taula 30: Diàmetres mínims d'alimentació. Font: CTE

A continuació, es determinen els cabals de recirculació de cada casa i les dimensions que han de tenir les canonades.

També es definirà per a cadascuna de les cases una bomba de recirculació D'ACS.

- **Casa principal**

En el cas de la casa principal, el cabal total simultani d'aigua calenta és de 0,46 l/s així que el 10 % del cabal de l'habitatge és 0,046 l/s o 165 l/h, per tant el diàmetre de la canonada de recirculació serà de ¾ de polzades que és el mateix que 20 mm.

- **Casa vinculada**

En el cas de la casa vinculada, el cabal total simultani d'aigua calenta és de 0,34 l/s així que el 10% del cabal de l'habitatge és 0,034 l/s o 122,4 l/h, per tant el diàmetre de la canonada de recirculació serà de ½ de polzades, però en aquest cas com les canonades són de mínim 20 mm, ja que el fabricant no fabrica d'inferiors, el diàmetre de la canonada serà també de 20 mm.

Òbviament, serà necessària una bomba recirculadora per poder moure aquest cabal de retorn.

Aquestes dues bombes per les respectives cases, han sigut escollides de la marca **Grundfos** concretament el model *comfort*.



Figura 21: Bomba recirculadora Grundfos comfort. Font: grundfos.com

És una bomba que incorpora la funció autoadapt, que és realment simple i molt beneficiosa, ja que en només dues setmanes, la bomba pren dades i elabora un perfil de consum de la casa i s'adapta a les seves necessitats. Les dades emmagatzemades fan que la bomba només es posi en marxa quan es necessita, aconseguint així un estalvi important tant de consum d'aigua com en consum energètic.

A continuació es mostra la corba característica de la bomba:

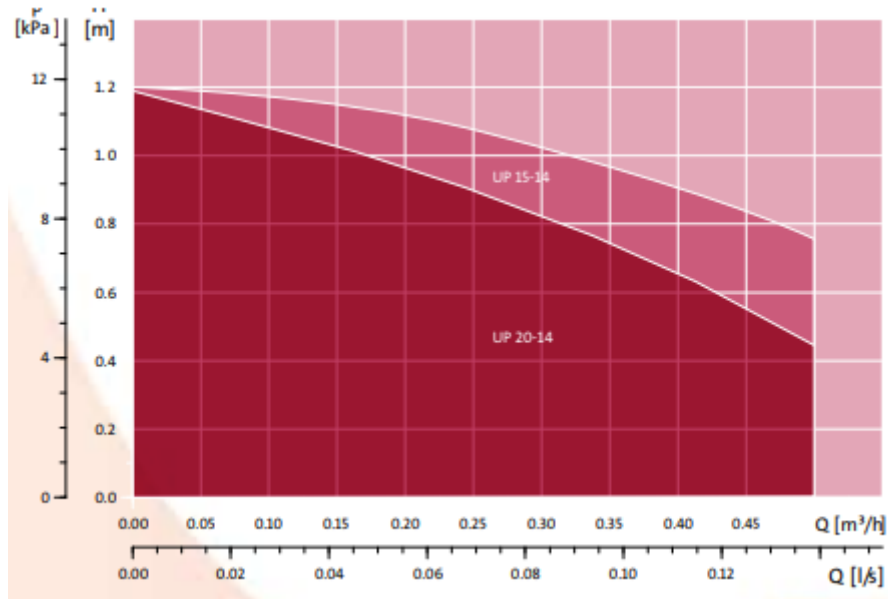


Figura 22: Corba característica de la bomba Grundfos comfort. Font: grundfos.com

Si s'observa la corba, dintre de la gama comfort existeixen dos models, elegirem el UP 20-14 pel simple fet que ens es indiferent tenir mes o menys pressió.

En el cas de la casa principal el cabal de recirculació s'ha mencionat anteriorment que era el 10% de la instal·lació d'aigua calenta. D'aquesta manera, la bomba aproximadament funcionaria amb unes condicions de 0,046 l/s i una pressió de 10 Kpa aproximadament.

En el cas de la casa vinculada el cabal de recirculació és de 0,034 l/s i la pressió serà de 10,5 Kpa aproximadament.

Finalment, aquesta bomba té un sistema de desinfecció, que un cop a la setmana suposa que el sistema d'aigua calenta sanitària augmenti significativament la seva temperatura. El sensor que incorpora la bomba detecta aquest increment de temperatura i la bomba circula l'aigua durant 15 minuts per tasques de desinfecció. D'aquesta manera s'evita el creixement de bacteris, el sistema neteja automàticament si la bomba ha estat aturada durant 8 hores.

A la documentació gràfica es veuen reflectides les ubicacions de les dues bombes.

5. Instal·lació d'aigües grises

Avui en dia la societat s'està conscienciant de la importància de reciclar tot el que sigui possible, per tant s'ha decidit reciclar l'aigua. Una gran part de l'aigua que utilitzem en el nostre dia a dia prové de l'ús d'aigua domèstica.

Així que aquesta aigua pot ser tractada com aigües grises, és a dir, aquelles que provenen de la dutxa, banys i rentamans, excepte les que provenen dels vàters.

Les aigües grises, a diferència de les aigües residuals, tenen una baixa concentració de matèria orgànica i sòlids en suspensió, pel contrari contenen una alta concentració de productes químics procedents de detergents i sabons.

Aquesta aigua que a primera vista sembla que no pot ser utilitzada, ja que és aigua no potable, serà utilitzada per la recàrrega de les cisternes dels vàters i per regar.

5.1. Consideracions

El equip està dissenyat per tractar les aigües grises que venen de les dutxes, banyeres i lavabos. És per això, que s'han de recollir en canonades independents les aigües grises de la resta de les aigües residuals. Del mateix mode, les aigües tractades, per l'ús dels inodors amb cisterna i per regar, s'han de canalitzar independentment de la xarxa d'aigües per el consum humà.

5.2. Elecció de l'equip d'aigües grises

El equip escollit per realitzar el tractament d'aigües grises serà de la marca **Remosa**, en concret el model *grem*. Per escollit el model concret de *grem* és necessari calcular les necessitats d'aigua reciclada per dia. En la següent taula es pot estimar el càlcul:

Usos	Necessitat d'aigua reciclada
Regadiu d'espais verds	2-6 litres/m ² /dia
Recàrrega de cisternes dels inodors	24-36 litres/persona/dia
Neteja del cotxe	250 litres
Neteja de paviments exterior	2-6 litres/m ²

Taula 31: Necessitats d'aigua reciclada per dia. Font: Remosa.net

La producció d'aigües grises es diferent en funció de l'activitat que la genera. Orientativament es pot estimar els següents valors:

Tipus d'establiment	Quantitat d'aigua gris generada
Habitatges	50-100 litres/persona/dia
Hotels	50-150 litres/persona/dia
Centres de oci i complexes esportius	30-60 litres/persona/dia

Taula 32: Producció d'aigua gris per dia. Font: Remosa.net

Un cop ja definits aquests valors, es pot obtenir quin consum i quina demanda existirà en cada casa:

- **Casa principal:** Com s'ha pogut veure anteriorment, a la casa principal existiran 7 inodors amb cisterna i una aixeta exterior que servirà per regadiu/neteja. Al tenir una ocupació de 9 persones com a màxim, per la recàrrega dels inodors seran necessaris 30 litres per persona al dia, així que un total de 270 litres al dia pels inodors. Per regadiu i neteja es consideraran uns 200 litres al dia aproximadament.

Així que com a màxim al dia hi haurà una demanda de 470 litres (aquesta despesa es donarà en poques ocasions, ja que no és necessari regar cada dia i amb tanta quantitat, però sempre és necessari estudiar el pitjor cas).

En canvi, la producció d'aigua gris a la casa principal serà de 75 litres/persona/dia; així que la producció d'aigua gris que es genera en tot un dia serà d'un total de 675 litres.

Normalment, com es pot observar, la producció d'aigua gris és superior a la demanda d'aigua reciclada. Per això, s'escull el model en funció de la demanda.

Com la present demanda és de 470 litres s'escollirà el model *GREM 500 VS* per la reutilització de 500 litres/dia.

- **Casa vinculada:** El procediment d'elecció a aplicar és el mateix que el de la casa principal. En aquest cas existiran 4 inodors i 2 aixetes per regadiu i neteja. En aquesta casa l'ocupació és de 4 persones com a màxim així que per la recàrrega dels inodors seran necessaris 30 litres per persona, és a dir, un total de 120 litres al dia. Per regadiu i neteja es consideraran uns 150 litres al dia aproximadament.

Així que finalment, seran necessaris un total de 270 litres d'aigua al dia per satisfer les necessitats. Al ser 4 persones la producció d'aigües grises serà de 300 litres al dia.

Com la present demanda és de 270 litres s'escollirà el model *GREM 500 VS* per la reutilització de 500 litres/dia.

Els dos equips aniran enterrats a terra per no ocupar espai. A la documentació gràfica es veurà reflectit on estan situats els equips.

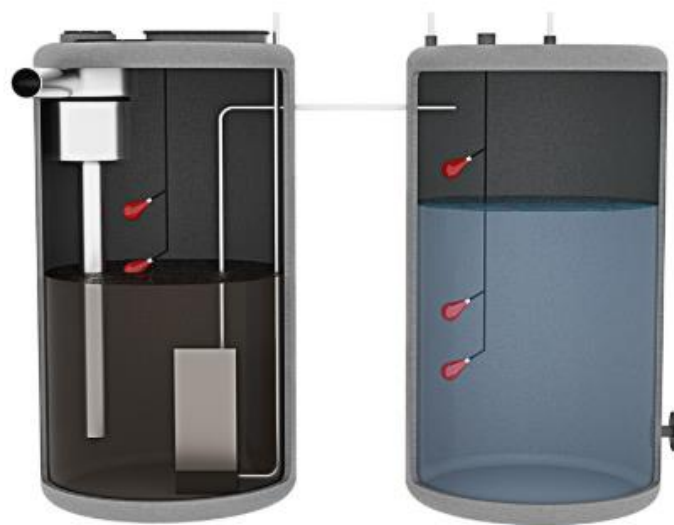


Figura 23: Equip de reciclatge aigües grises GREM 500 VS. Font: Remosa.net

Les dimensions de l'equip són de 1600 mm d'altura, 1280 mm de longitud i 700 mm d'amplada.

Hi haurà un bidó per la cloració de l'aigua regenerada de 25 L, i un dipòsit rectangular per a la neteja de les membranes, de 50 L, de 0,47 metres de longitud i 0,41 metres d'altura. A més a més, també disposarà d'una bomba submergible que tindrà la funció de generar la depressió necessària en les membranes de mode que es produeixi, per flux creuat, la filtració de les aigües grises.

Més endavant s'hauran de seleccionar les bombes encarregades de subministrar aquesta aigua ja tractada als punts de consum.

L'equip d'aigües grises tindrà una canonada que vindrà directament de l'aigua AFS degut a que si hi hagués una falta d'aigua per manteniment de les membranes o per un cabal dèbil, una electrovàlvula s'accionaria per donar pas a l'aigua de la xarxa d'AFS per la càrrega parcial del acumulador. Per això, quan es van realitzar els càlculs per saber el cabal total d'aigua freda es van tenir en compte els inodors i les aixetes aïllades, ja que

en els pitjors dels casos la màxima quantitat d'aigua que es necessitaria per satisfer aquests elements seria el cabal màxim simultani instal·lat de tots elements.

Cal mencionar, que aquesta canonada accionada per una electrovàlvula s'accionarà en molt poques ocasions ja que a l'acumulador sempre hi haurà aigua.

A part d'això, s'ha decidit fer un *by-pass* per si en algun moment aquest equip d'aigües grises s'espatlla o és necessari realitzar alguna reparació, es podria seguir alimentant els punts de consum que fossin demandats.

Per tant l'esquema de distribució de l'equip quedaria de la següent manera:

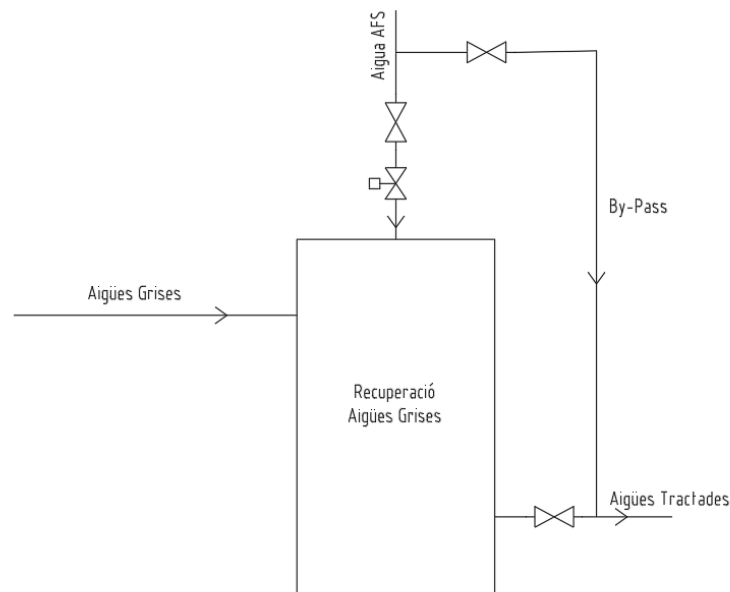


Figura 24: Esquema de distribució de l'equip de reciclatge aigües grises GREM 500 VS. Font: Pròpia

5.3. Principi de funcionament

L'estació recicladora d'aigües grises és un conjunt de sistemes d'elevat rendiment per al tractament d'aigües grises obtenint aigua amb qualitat de reutilització mitjançant tecnologia de membranes. El sistema compleix amb la qualitat indicada per les aplicacions d'ús residencial que s'estableix en el Reial Decret 1620/2007, per el que s'estableix el règim jurídic de reutilització de les aigües depurades.

Llavors arribats a aquest punt, us preguntareu, com és la seva regeneració?

El tractament consta de 4 fases:

1. **Desbast:** consisteix a retirar els danys que poden arrossegar l'aigua, principalment pels que poden danyar les membranes.

2. **Oxidació biològica:** en el reactor biològic té lloc la descomposició biològica de la matèria orgànica gràcies a l'aportació d'aire i a la generació de microorganismes aerobis.
3. **Filtració:** es produeix la separació sòlida - líquid per filtració mitjançant tecnologia de membranes. Mitjançant un sistema de succió s'exerceix una pressió de buit en les membranes creant un flux fora de - dins de la manera que l'aigua penetra a través de les membranes, quedant els sòlids i els bacteris a l'exterior tallat. Els difusors creen un flux d'aire ascendent que permet netejar la superfície de la paret exterior de les membranes i asseguren condicions aeròbies.
4. **Cloració i acumulació:** l'aigua tractada és clorada mitjançant la dosificació d'hipoclorit sòdic que conserva les propietats sanitàries de l'efluent assegurant la reutilització de les aigües i posteriorment s'emmagatzema en el compartiment d'acumulació.

L'esquema del tractament és el següent:

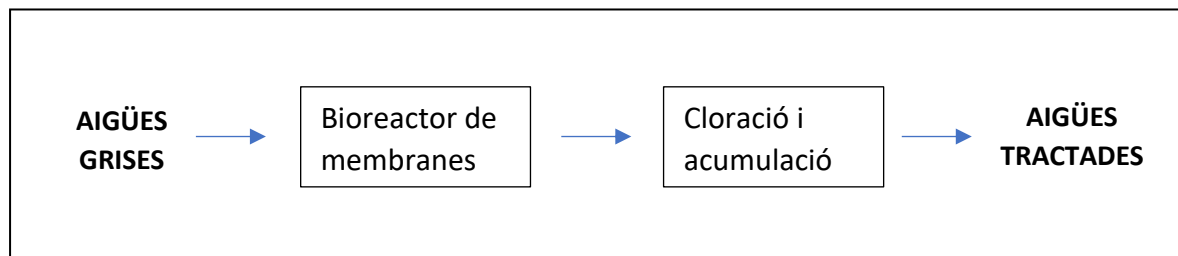


Figura 25: Esquema del tractament d'aigües grises. Font: Pròpia

5.4. Cabals i trams de la instal·lació

Un cop ja definits els equips i la seva col·locació, ja pot ser dimensionada la instal·lació:

- **Casa principal:** on es troben 7 inodors amb cisterna i una aixeta aïllada per satisfer. El cabal instal·lat simultani màxim serà de 0,32 l/s. Per trobar aquest caudal, s'han utilitzat les mateixes equacions que en el cas del dimensionat d'aigua freda i calenta.

A continuació, es mostra cadascun dels trams amb els seus respectius elements i cabals de consum sempre tenint en compte el coeficient de simultaneïtat.

Inici	Final	Inodor amb cisterna	Aixeta aïllada	Num. Aparells	Coef. Simult.	Cabal Instal	Cabal Simult.	Altura	Cabal Simult Total	
		0,1 (l/s)	0,15 (l/s)						H (m)	(l/s) (m³/h)
1	2	7	1	8	0,38	0,85	0,32	0	0,32	1,16
2	3	1		1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
2	4	6	1	7	0,41	0,75	0,31	0	0,31	1,10
4	5	2		2	1,00	0,20	0,20	0	0,20	0,72
5	6	1		1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
5	7	1		1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
4	8	4	1	5	0,50	0,55	0,28	0	0,28	0,99
8	9		1	1	1,00	0,15	0,15	0	0,15	0,54
8	10	4		4	0,58	0,40	0,23	0	0,23	0,83
10	11	1		1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
10	12	3		3	0,71	0,30	0,21	0	0,21	0,76
12	13	1		1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
12	14	2		2	1,00	0,20	0,20	3	0,20	0,72
14	15	1		1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36
14	16	1		1	1,00	0,10	0,10	0	0,10	0,36

Taula 33: Cabals i trams de subministrament de les aigües grises reciclades de la casa principal. Font: Pròpia

- **Casa vinculada:** on es troben 4 inodors amb cisterna i dues aixetes per satisfer el cabal instal·lat simultani màxim serà de 0,31 l/s.

A continuació, es mostra cadascun dels trams amb els seus respectius elements i cabals de consum sempre tenint en compte el coeficient de simultaneïtat.

Inici	Final	Inodor amb cisterna	Aixeta aïllada	Num. Aparells	Coef. Simult.	Cabal Instal.	Cabal Simult.	Altura	Cabal Simult. Total	
		0,1 (l/s)	0,15 (l/s)						H (m)	(l/s) (m³/h)
1	2	4	2	6	0,45	0,70	0,31	0,00	0,31	1,13
2	3		1	1	1,00	0,15	0,15	0,00	0,15	0,54
2	4	4	1	5	0,50	0,55	0,28	0,00	0,28	0,99
4	5	1		1	1,00	0,10	0,10	0,00	0,10	0,36
4	6	3	1	4	0,58	0,45	0,26	0,00	0,26	0,94
6	7	2		2	1,00	0,20	0,20	0,00	0,20	0,72
7	8	1		1	1,00	0,10	0,10	0,00	0,10	0,36
7	9	1		1	1,00	0,10	0,10	0,00	0,10	0,36
6	10	1	1	2	1,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,90
10	11	1		1	1,00	0,10	0,10	0,00	0,10	0,36
10	12		1	1	1,00	0,15	0,15	0,00	0,15	0,54

Taula 34: Cabals i trams de subministrament de les aigües grises reciclades de la casa vinculada. Font: Pròpia

5.5. Dimensionat de la instal·lació

Un cop ja definida la instal·lació, on es coneixen els cabals de cada tram, és necessari determinar les seves característiques:

- Les dimensions de les canonades seran del mateix fabricant que s'ha utilitzat anteriorment per al dimensionat d'aigua freda i calenta.
- El procediment de càlcul que s'ha utilitzat per determinar tots els paràmetres és el mateix també que s'ha utilitzat anteriorment per aigua freda i calenta.
- El que si que ha sigut necessari determinar, són les pressions mitjançant un seleccionat de bombes, ja que en l'equip de tractament d'aigües grises no ve inclòs. En les dues cases, l'objectiu és poder bombejar el caudal simultani instal·lat.

A la casa principal ha de poder bombejar un cabal simultani màxim de 0,32 l/s i sempre complint els rangs de pressió mínims i màxims regits pel CTE. En el cas de la casa vinculada serà el mateix però un cabal de 0,31 l/s.

Per tant s'han escollit dues bombes submergibles de la marca **Grundfos**, en concret el model *MTH 2-4/4*.



Figura 26: Bomba submergible Grundfos model MTH 2-4/4. Font: grundfos.com

Per la casa principal, quan hi hagi una demanda de 0,32 l/s la pressió que exercirà serà de 344,1 Kpa. que és el mateix que 35 mca.

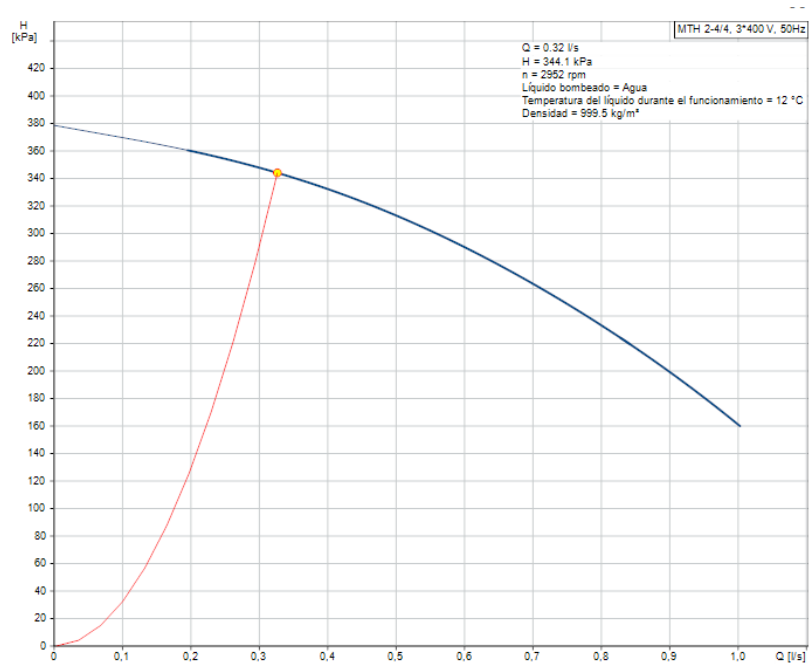


Figura 27: Corba característica de la bomba submergible de la casa principal. Font: grundfos.com

Per la casa vinculada quan hi hagi una demanda de 0,31 l/s la pressió que s'exercirà serà de 345,6 Kpa. que és el mateix que 35,35 mca.

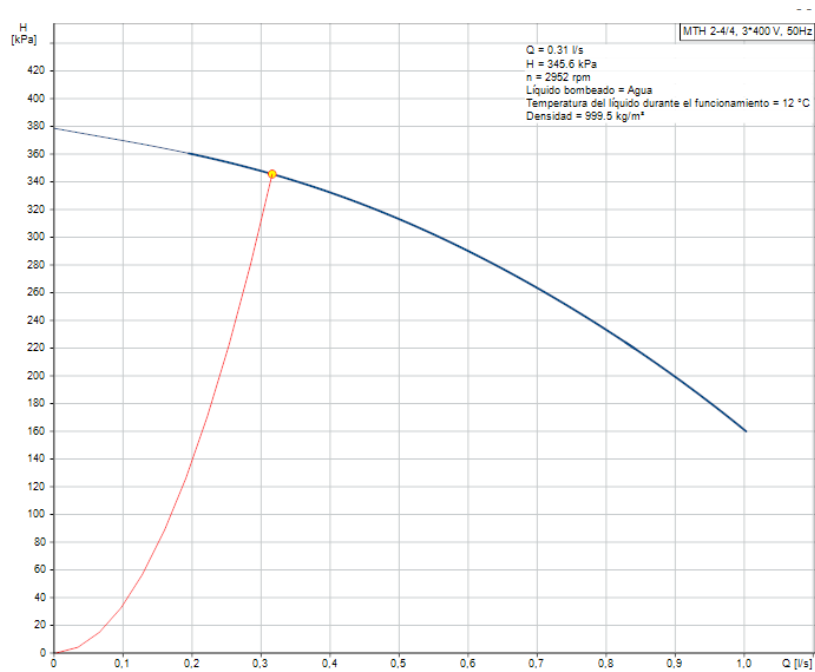


Figura 28: Corba característica de la bomba submergible de la casa vinculada. Font: grundfos.com

Un cop ja seleccionades les bombes, on és coneguda la pressió inicial, es pot procedir a fer el dimensionat de la instal·lació:

- Casa principal

Tram		Dimensions canonada	Diàmetre int.	Velocitat	Pèrdua de càrrega/m	Longitud del tram	Longitud equivalent de les pèrdues	Pèrdua en tram	Pressió inicial	Pressió final
Inici	Final									
		(mm)	(mm)	(m/s)	(mcda/m)	(m)	(m)	(mcda)	(mcda)	(mcda)
1	2	25 x 3,5	18	1,26	0,12	12,50	2,50	1,85	35,00	33,15
2	3	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	3,10	0,62	0,17	33,15	32,98
2	4	25 x 3,5	18	1,20	0,11	1,33	0,27	0,18	33,15	32,97
4	5	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	1,20	0,24	0,22	32,97	32,75
5	6	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	3,20	0,64	0,18	32,75	32,57
5	7	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	15,56	3,11	0,86	32,75	31,88
4	8	25 x 3,5	18	1,08	0,09	5,30	1,06	0,60	32,97	32,37
8	9	20 x 2,8	14,4	0,92	0,09	13,91	2,78	1,56	32,37	30,81
8	10	20 x 2,8	14,4	1,42	0,20	0,50	0,10	0,12	32,37	32,25
10	11	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	5,22	1,04	0,29	32,25	31,96
10	12	20 x 2,8	14,4	1,30	0,17	16,00	3,20	3,31	32,25	28,94
12	13	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	11,30	2,26	0,63	28,94	28,32
12	14	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	3,00	0,60	0,56	28,94	25,38
14	15	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	5,60	1,12	0,31	25,38	25,07
14	16	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	6,40	1,28	0,35	25,38	25,03

Taula 35: Dimensionat de la instal·lació d'aigües grises de la casa principal. Font: grundfos.com

- Casa vinculada

Tram		Dimensions canonada	Diàmetre int.	Velocitat	Pèrdua de càrrega/m	Longitud del tram	Longitud equivalent de les pèrdues	Pèrdua en tram	Pressió inicial	Pressió final
Inici	Final									
		(mm)	(mm)	(m/s)	(mcda/m)	(m)	(m)	(mcda)	(mcda)	(mcda)
1	2	25 x 3,5	18	1,23	0,12	4,50	0,90	0,64	35,25	34,61
2	3	20 x 2,8	14,4	0,92	0,09	5,10	1,02	0,57	34,61	34,04
2	4	25 x 3,5	18	1,08	0,09	3,60	0,72	0,40	34,61	34,21
4	5	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	5,50	1,10	0,30	34,21	33,91
4	6	25 x 3,5	18	1,02	0,08	9,40	1,88	0,96	34,21	33,25
6	7	20 x 2,8	14,4	1,23	0,16	0,55	0,11	0,10	33,25	33,15
7	8	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	4,72	0,94	0,26	33,15	32,89
7	9	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	5,15	1,03	0,29	33,15	32,87
6	10	25 x 3,5	18	0,98	0,08	6,50	1,30	0,62	33,25	32,64
10	11	20 x 2,8	14,4	0,61	0,05	4,95	0,99	0,27	32,64	32,36
10	12	20 x 2,8	14,4	0,92	0,09	17,50	3,50	1,97	32,64	30,67

Taula 36: Dimensionat de la instal·lació d'aigües grises de la casa vinculada. Font: grundfos.com

6. Instal·lació d'evacuació d'aigües

Aquesta instal·lació té com a objectiu establir i justificar les mesures adequades i necessàries per realitzar de forma correcta una instal·lació d'evacuació d'aigües.

El objectiu principal d'aquesta instal·lació es poder evacuar les aigües residuals i pluvials dels respectius habitatges.

Aquesta instal·lació es dividirà en dues parts:

- **Instal·lació d'evacuació exterior:** Al no tenir una xarxa de clavegueram pública, les aigües residuals hauran d'anar evacuades a algun lloc, així que en aquesta part serà explicat quin mètode s'ha utilitzat per al correcte i adequat funcionament de la instal·lació.
- **Instal·lació d'evacuació interior:** en aquesta part es detallarà la instal·lació de sanejament dels elements de consum. Aquesta instal·lació anirà dividida en dues parts ja que com s'ha dit anteriorment, al reaprofitar les aigües grises, existiran dues xarxes d'evacuació, una xarxa anirà cap al equip de tractament d'aigües grises i l'altra anirà al mètode que s'utilitzarà per a evacuar les aigües residuals. En aquest apartat també s'explicarà l'evacuació de les aigües pluvials.

6.1. Reglamentació

La instal·lació d'evacuació d'aigües estarà regida per la següent:

- Real Decret 314/2006, de 17 de març pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació: Secció HS5 "Evacuació d'aigües" del Document Bàsic "Salubritat".
- Norma UNE-EN 12056 sobre Sistemes de disseny
- y per gravetat a l'interior dels edificis.
- Norma UNE-EN 12200 per a baixants de pluvials.
- Ordre de 15 de setembre de 1986, plec de prescripcions tècniques generals per a canonades de sanejament de poblacions.
- Llei 42/75 de l'19.11.75, "Llei de deixalles i residus urbans".
- R.D.1163 / 68 "Deixalles i residus sòlids urbans".
- UNE EN 1293: 2000 "Requisits generals per als components utilitzats en canonades d'evacuació, embornals i clavegueram pressuritzats pneumàticament".

6.2. Definicions

Aigües pluvials: aigües procedents de precipitació natural, bàsicament sense contaminar.

Aigües residuals: les aigües residuals que procedeixen de la utilització dels aparells sanitaris comuns de l'edifici.

Alçada de tancament hidràulic: l'alçada de la columna d'aigua que caldria evacuar d'un sífó completament ple abans que, a la pressió atmosfèrica, els gasos i els olors poguessin sortir del sífó cap a l'exterior.

Aparell sanitari: dispositiu empleat per al subministrament local d'aigua per a ús sanitari en els edificis, així com per a la seva evacuació.

Aparells sanitaris domèstics: elements pertanyents a l'equipament higiènic dels edificis que estan alimentats per aigua i son utilitzats per a la neteja o el lavabo, tals com banyeres, dutxes, lavabos, bidets, inodors, urinaris, aigüeres, rentavaixelles i rentadores automàtiques.

Aparells sanitaris industrials: aparells sanitaris d'ús específic en cuines comercials, laboratoris, hospitals, etc.

Baixants: canalitzacions que condueixen verticalment les aigües pluvials desde les buneres sífòniques de coberta i els canalons i les aigües residuals des de les reixes de petita evacuació i inodors fins a l'arqueta a peu baixant o fins al col·lector suspès.

Cambra de bombeig: Dipòsit o pericó on s'acumula provisionalment l'aigua drenada abans del seu bombeig i on s'ubiquen les bombes.

Col·lector: canalització que condueix les aigües des dels baixants fins a la xarxa de clavegueram públic.

Cota d'evacuació: diferencia d'alçada entre el punt d'abocament més baix de l'edifici i el de connexió a la xarxa d'abocament. En ocasions serà necessària la col·locació d'un sistema de bombeig per a evacuar part de les aigües residuals generades a l'edifici.

Diàmetre exterior: diàmetre exterior mig de la canonada a qualsevol secció transversal.

Diàmetre interior: diàmetre interior mig de la canonada a qualsevol secció transversal.

Diàmetre nominal: designació numèrica de la dimensió que correspon al número arrodonit més aproximat al valor real del diàmetre, en mm.

Drenatge: Operació de donar sortida a les aigües mortes o a la excessiva humitat dels terrenys per mitjà de rases o tubs.

Escomesa: conjunt de conduccions, accessoris i unions instal·lades fora dels límits de l'edifici, que enllacen la xarxa d'evacuació d'aquest a la xarxa general de sanejament o al sistema de depuració.

Flux en conduccions horitzontals: depèn de la força de la gravetat que es induïda pel pendent de la canonada i l'alçada de l'aigua de la mateixa. El flux uniforme s'aconsegueix quan l'aigua ha tingut temps suficient d'arribar a un estat en el que la pendent de la seva superfície lliure és igual a la de la canonada.

Flux en conduccions verticals: depèn essencialment del cabal, funció a la vegada del diàmetre de la canonada i de la relació entre la seva superfície transversal de la làmina d'aigua i la superfície transversal de la canonada.

Longitud efectiva: d'una xarxa de ventilació, es igual a la longitud equivalent dividida per 1,5, per a incloure sense pormenoritzar, les pèrdues localitzades pels elements singulars de la xarxa.

Maniguet de dilatació: accessori amb la funció d'absorbir les dilatacions i contraccions lineals de les conduccions provocades per canvis de temperatura.

Maniguet intermig: accessori destinat a compensar les diferències de dimensió o de material en les unions entre canonades.

Nivell freàtic: valor mig anual de la profunditat de la cara superior de la capa freàtica respecte a la superfície del terreny.

Nivell d'ompliment: relació entre l'alçada de l'aigua i el diàmetre de la canonada.

Període de retorn: o freqüència de la pluja, es el número d'anys en que es considera se superarà una vegada com a promig la intensitat de pluja màxima adoptada.

Pou general de l'edifici: punt de connexió entre les xarxes privada i pública, al que escometen els col·lectors procedents de l'edifici i del que surt la escomesa a la xarxa general.

Reflux: Flux de les aigües en direcció contrària a la prevista per a la seva evacuació.

Salt hidràulic: diferència entre el règim de velocitat en la canalització vertical i la canalització horitzontal, que comporta un considerable increment de la profunditat d'ompliment en la segona. Depèn de la velocitat d'entrada de l'aigua en el col·lector horitzontal, de la pendent del mateix, del seu diàmetre, del caudal existent i de la rugositat del material.

Sifonament: fenomen d'expulsió de l'aigua fora del segell hidràulic per efecte de les variacions de pressió en els sistemes d'evacuació i ventilació.

Sistema de depuració: instal·lació destinada a la realització d'un tractament de les aigües residuals prèvies al seu abocament.

Sistema de desguàs: és el format pels equips i components que recullen les aigües a evacuar i les condueixen a l'exterior dels edificis.

Sistema d'elevació i bombeig: conjunt de dispositius per a la recollida i elevació automàtica de les aigües procedents d'una xarxa d'evacuació o de part de la mateixa, fins a la cota corresponent de sortida al clavegueram.

Sistema mixt o semiseparatiu: aquell en que les derivacions i baixants son independents per aigües residuals i pluvials, unificant-ne ambdós xarxes en els col·lectors.

Sistema separatiu: aquell en el que les derivacions, baixants i col·lectors son independents per aigües residuals i pluvials.

Tancament hidràulic: o segell hidràulic, es un dispositiu que retè una determinada quantitat d'aigua que impedeix el pas de les males olors desde la reixa d'evacuació als locals on estan instal·lats els aparells sanitaris, sense afectar el flux d'aigua a través d'ell.

Tub drenant: Tub enterrat les parets del qual estan perforades per a permetre l'arribada de l'aigua del terreny que l'envolta al seu interior.

Tub de ventilació: tub destinat a limitar les fluctuacions de pressió en l'interior del sistema de canonades de descàrrega.

Unitat de desguàs: es un caudal que correspon a $0,47 \text{ dm}^3/\text{s}$ i representa el pes que un aparell sanitari té en l'evacuació dels diàmetres d'una xarxa d'evacuació.

Vàlvula de retenció o antiretorn: dispositiu que permet el pas del flux en un sol sentit, impeditint els retorns no desitjats.

Vàlvula d'aireació: vàlvula que permet l'entrada d'aire en el sistema però no la seva sortida, a fi de limitar les fluctuacions de pressió dintre del sistema de desguàs.

Ventilació primària: subsistema que té com funció la evacuació de l'aire en el baixant per a evitar sobrepressions i subpressions en la mateixa durant el seu funcionament i consisteix en la prolongació del baixant per sobre de l'última planta fins la coberta de forma que quedi en contacte amb l'atmosfera exterior i per sobre dels recintes habitables.

Ventilació secundària o paral·lela o creuada: subsistema que té com funció evitar l'excés de pressió en la base del baixant permetent la sortida de l'aire comprimit en aquesta. Discorre paral·lela al baixant i es connecta a aquesta.

Ventilació terciària o dels tancaments hidràulics: subsistema que té com funció protegir els tancaments hidràulics contra el sifonament i l'autosifonament. Porta implícites la ventilació primària i secundària.

Ventilació amb vàlvules d'aireació-ventilació: subsistema que unifica els components dels sistemes de ventilació primària, secundària i terciària, sense necessitat de sortir a l'exterior, podent instal·lar-se en espais tals com falsos sostres i càmeres. Podent realitzar-se amb sifons combinats.

Xarxa d'evacuació: conjunt de conduccions, accessoris i unions utilitzats per recollir i evacuar les aigües residuals i pluvials d'un edifici.

Xarxa de petita evacuació: part de la xarxa d'evacuació que condueix els residus des de els tancaments hidràulics, excepte dels inodors, fins als baixants.

Xarxa general de sanejament: conjunt de conduccions, accessoris i unions utilitzats per recollir i evacuar les aigües residuals i pluvials dels edificis.

6.3. Descripció de la instal·lació

6.3.1. Generalitats

Com s'ha mencionat anteriorment, la instal·lació bàsicament consistirà en tres xarxes independents de recollida d'aigües: una que recollirà les aigües residuals generades a l'habitatge, una altre que recollirà les aigües pluvials captades per l'habitatge i per última una que recollirà les aigües grises de l'habitatge.

Així, la xarxa de recollida d'aigües residuals començarà per la part més elevada de l'edifici, recollint-ne les aigües residuals generades pels aparells ubicats en aquesta part de l'habitatge i conduint-les mitjançant els corresponents ramals, baixants i col·lectors, cap a l'exterior de l'habitatge.

La xarxa de recollida d'aigües pluvials també començarà a la part superior de l'edifici, on mitjançant un conjunt de buneres sifòniques es realitzarà la recollida de les aigües pluvials captades a la coberta. Mitjançant els corresponents baixants i col·lectors es conduiran aquestes aigües cap a l'exterior de l'habitatge.

La xarxa de recollida d'aigües grises serà pràcticament igual que la xarxa d'aigües residuals però anirà conduïda cap al tractament d'aigües grises.

El material que s'utilitzarà per a la instal·lació serà el *PVC*, degut a que és un material molt d'ús comú i bona qualitat.

Concretament, el fabricant que proporciona els següents diàmetres:

Adequa-Evacuació			
Diàmetre Nominal (mm)	Gruix (mm)	Diàmetre Exterior (mm)	Diàmetre Interior (mm)
32	3	32	26
40	3	40	34
50	3	50	44
63	3	63	57
75	3	75	69
90	3,2	90	83,6
110	3,2	110	103,6
125	3,2	125	118,6
160	3,2	160	153,6
200	3,9	200	192,2
250	4,9	250	240,2
315	6,2	315	302,6

Taula 37: Diàmetres normalitzats de polipropilè. Font: adequa.com

6.3.2. Pendants

Les pendants mínimes admeses que haurien de tenir les derivacions i les derivacions en el col·lector serà de 2%.

La pendent mínima admesa que deurien tenir els col·lectors serà del 1%.

6.3.3. Unions

Les unions es realitzaran mitjançant els sistemes homologats pels fabricants prèvia neteja de les superfícies a unir.

6.3.4. Suports

Els suports de les canonades d'evacuació seran abraçadores isofòniques d'acer galvanitzat amb junta de goma, collades mitjançant barra roscada al forjat. En cas de forjat de biguetes pretensades es consultarà a la direcció facultativa la possibilitat de l'ancoratge a aquestes.

En els canvis de tram vertical a horitzontal sempre es col·locarà un punt de suport.

A les parts inferiors dels baixants, així com en els falsos sostres de zones permanentment ocupades s'aïllaran amb material fono absorbent tipus *PKB-2*.

6.3.5. Dispositius sifònics

Tots els aparells disposaran de sifó individual.

Tots els elements de la instal·lació disposaran del seu dispositiu sifònic, ja estigui inclòs en el receptor, o sigui exterior mitjançant un pot sifònic.

Les connexions a la xarxa exterior d'evacuació sempre es realitzaran mitjançant arquetes sifòniques.

6.4. Evacuació exterior

En aquesta part de la instal·lació, es detallarà el mètode que s'utilitza per l'evacuació de les aigües, ja que no existeix una xarxa de sanejament pública.

6.4.1. Mètode escollit per l'evacuació d'aigües residuals

El mètode utilitzat per al correcte sanejament de les aigües residuals consistirà en dues parts:

- La primera part consisteix a tractar aquestes aigües residuals mitjançant un equip de depuració amb filtres de coco.
- La segona part ja consta d'explicar què es farà amb aquesta aigua tractada.

El fabricant escollit per seleccionar tots els components és **Aquatreat**. A continuació, s'explicaran les dues parts de forma detallada:

- Primera part

El procediment que s'ha escollit és un equip de depuració que consisteix en un filtre biològic amb ventilació, on el filtre i el suport és la closca de coco. S'ha escollit aquest sistema perquè presenta uns avantatges molt idonis per al cas present:

- No requereix electricitat.
- Alt rendiment de depuració.
- No requereix normes de tractament.
- No té cap equip electromecànic.
- Sense olors.
- No hi ha soroll.
- Manteniment fàcil i molt reduït: inspecció visual cada any, substitució del farciment del filtre de closca de coco.
- Equip modular que permet una fàcil expansió.
- Mínim impacte visual, ja que tot l'equip va enterrat.

Tot el procediment serà dividit en dues fases:

- *Fase líquida:* aquesta fase quedarà sub dividida en dues parts:
 - **Tractament primari:** el que es tracta és de transportar tota l'aigua residual a un primer volum, que consisteix en una fossa sèptica equipada amb un pre filtre PF17 d'alt rendiment en el tub de sortida. En aquest element es decanten tots els sòlids, es retenen tots els de flotació i la digestió anaeròbica del fang s'anirà acumulant.

El pre filtre és el responsable de retenir a l'interior de la fossa sèptica la major quantitat de sòlids possibles.

 - **Tractament secundari:** un cop l'aigua ja està emmagatzemada a la fossa sèptica, es procedirà a fer el tractament biològic, que consta en realitzar el filtrat amb la closca de fibra de coco . A continuació, el residu tractat prèviament és desplaçat per gravetat a un conjunt de descarregadors que seran els responsables de la distribució uniforme del residu per tota l'àrea disponible del medi filtrant.
- *Fase sòlida:* els llots acumulats en la fossa sèptica seran extrets periòdicament mitjançant un camió-cisterna i es conduiran a un destí final.

Un cop definida aquesta primera part quedaria de la següent manera:

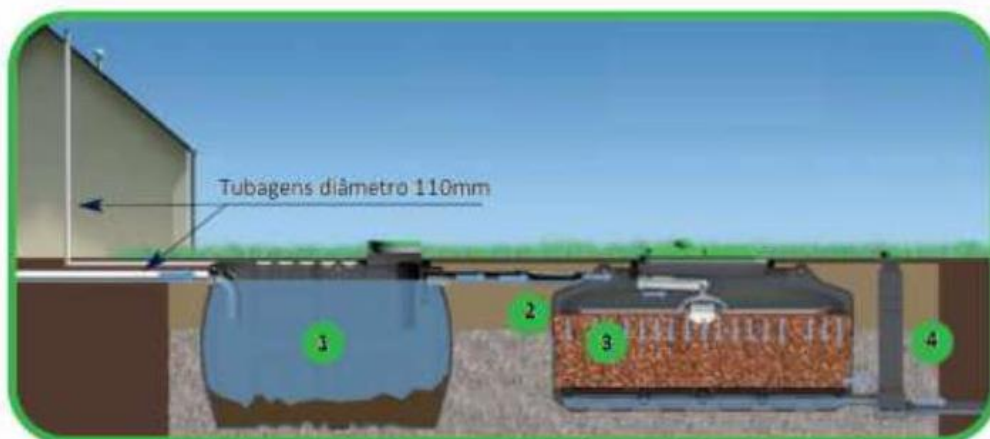


Figura 29: Equip de depuració per les aigües residuals. Font: aquatreat.com

- El punt 1 es refereix a la fossa sèptica.
- El punt 2 es refereix al filtrat de l'aigua mitjançant els fragments de closca de coco.
- El punt 3 és el medi filtrant.
- El punt 4 és l'aigua tractada.

Un cop ja definit el procediment per l'evacuació d'aigües residuals, el següent pas és dimensionar els elements.

Segons la fitxa tècnica de l'equip de depuració de filtre de coco, s'observen les següents dades:

Superfície Filtro	Capacidad	Carga Hidráulica	Longitud	Tanque Primario	Disidente	Biococo Tratamiento Secundario
3.25 m ²	5 HE	750 L/d	2750 mm	3 m ³	N/A	Biococo 5 PE
3.90 m ²	6 HE	900 L/d	3320 mm	4 m ³	N/A	Biococo 6 PE
5.20 m ²	8 HE	1200 L/d	2550 mm	4 m ³	2 vías	2x Biococo 4 PE
6.50 m ²	10 HE	1500 L/d	2750 mm	5 m ³	2 vías	2x Biococo 5 PE
7.80 m ²	12 HE	1800 L/d	3320 mm	6 m ³	2 vías	2x Biococo 6 PE
9.75 m ²	15 HE	2250 L/d	1750 mm	8 m ³	3 vías	3x Biococo 5 PE
11.70 m ²	18 HE	2700 L/d	3320 mm	10 m ³	3 vías	3x Biococo 6 PE
13.00 m ²	20 HE	3000 L/d	2750 mm	10 m ³	4 vías	4x Biococo 5 PE

Taula 38: Mòduls pre-fabricats per filtre de fibra de coco. Font: aquatreat.com

En el cas de la **casa principal**, que té una ocupació de 9 persones, serà escollit el **10HE** pel qual es necessitaran dos mòduls de **Biococo** de **5PE**.

En el cas de la **casa vinculada**, que té una ocupació de 4 persones, serà escollit el **5HE** pel qual es necessitarà un mòdul de **Biococo** de **5PE**.

S'ha decidit que cada casa disposi del seu propi equip de depuració, ja que es creu més convenient, i a més a més si s'observen les dades, es necessitarien els mateixos mòduls.

Com s'ha dit anteriorment, també es necessària una fossa sèptica, ens els dos habitatges s'ha optat per seleccionar una fossa sèptica de 3000 litres per la casa vinculada i una de 5000 litres per el cas de la casa principal. Les fosses sèptiques seran del fabricant **hispalhidro**. La fossa sèptica requerirà una neteja cada 1-2 anys.

Un cop seleccionats els mòduls de filtre de coco i la fossa sèptica el esquema quedaria de la següent manera:



Figura 30: Equip de depuració casa vinculada. Font: aquatreat.com



Figura 31: Equip de depuració casa principal. Font: aquatreat.com

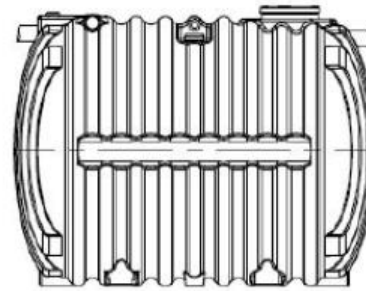


Figura 32: Fossa sèptica. Font: hispalhidro.es

Volum	Diàmetre	Altura	Longitud	Tapa
5000 L	1860 mm	1890 mm	2470 mm	1xØ400 mm

Taula 39: Dimensions fossa sèptica casa principal. Font: hispalhidro.es

Volum	Diàmetre	Altura	Longitud	Tapa
3000 L	1510 mm	1630 mm	2375 mm	1xØ400 mm

Taula 40: Dimensions fossa sèptica casa vinculada. Font: hispalhidro.es

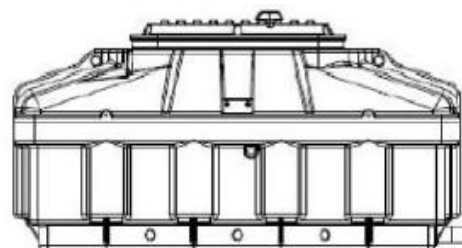


Figura 33: Mòdul amb filtre de coco. Font: aquatreat.com

Amplada	Altura	Longitud	Tapa
1210 mm	1410 mm	2750 mm	1140xØ740 mm

Taula 41: Dimensions mòduls Biococo 5PE. Font: aquatreat.com

Si s'observa la imatge 28, al tenir dos mòduls es necessitarà una pericó amb una sortida de dues vies:

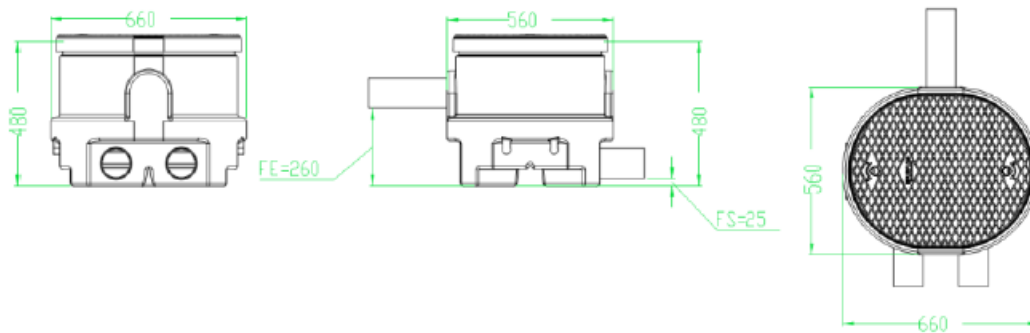


Figura 34: Pericó de dues vies per la casa principal. Font: aquatreat.com

Finalment, cal mencionar que tots els elements de l'equip de depuració, es construeixen mitjançant l'emmotllament rotacional i la seva matèria prima és el polietilè d'alta intensitat. També per acabar, les canonades de sortida o entrada seran de PVC DN 110mm.

- Segona part

Un cop les aigües són tractades, prèviament per l'equip de depuració es provocarà un sistema d'infiltració. El fabricant que ho proporciona és **drenotube**.

S'ha decidit aplicar aquest mètode, ja que es disposa de molt terreny i d'aquesta forma s'aconsegueix retornar a la naturalesa aquesta aigua ja tractada que la terra posteriorment podrà absorbir. També la utilització d'aquest mètode permet que tot el terreny on s'apliqui aquesta infiltració quedarà regat de forma indirecte.

Bàsicament el funcionament d'aquest sistema és des de la sortida de les aigües residuals tractades, on s'implantarà una xarxa de tubs perforats que filtraran i depuraran les aigües per poder infiltrar-les a les aigües subterrànies.

El sistema d'infiltració *drenotube* es compon de 4 elements:

- Tub corrugat i perforat de doble paret: els diàmetres exterior i interior del tub són de 110/90 mm respectivament i el diàmetre mínim de les perforacions és de 5 mm.
- Agregat de poliestirè expandit d'alta permeabilitat (EPS), que substitueix a la grava del sistema clàssic.
- Geotèxtil filtrant per evitar la obstrucció i l'arrossegament de fons.
- Malla extruïda de polietilè d'alta densitat que integra els elements anteriors.

A continuació es mostra com són aquests tubs:

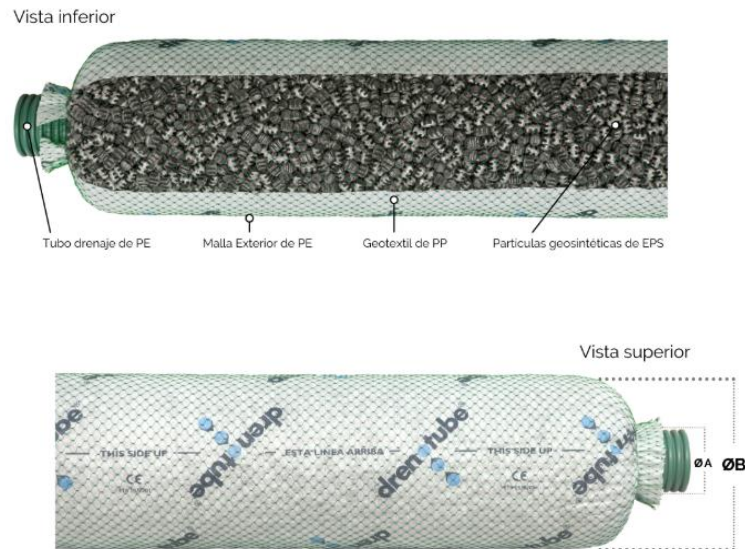


Figura 35: Tubs per la infiltració de les aigües. Font: drenotube.com

Com s'ha dit abans està recobert d'àrid d'EPS perquè és 30 vegades més drenant que la grava i 50 vegades més que la sorra rentada.

Això es deu al seu disseny que conforma milers de micro tubs i a que el 50% de l'espai que ocupa és aire.

A continuació, es mostra una petita demostració de la capacitat drenant dels tres materials mencionats:



Figura 36: Demostració del filtrat dels següents materials. Font: Google

El sistema *drenotube* presenta la següent sèrie d'avantatges:



És un sistema molt eficient, ja que té una capacitat de retenció d'aigua molt més eficaç que el sistema tradicional. És un producte que garanteix el 100% de la qualitat de les característiques i prestacions.



És un sistema molt rentable degut a l'estalvi de temps i de personal que proporciona (fàcil d'instal·lació). El transport manual fins al punt d'instal·lació és molt més econòmic i senzill. Es minimitza el volum d'excavació, ja que les dimensions són més reduïdes que els altres sistemes.



El sistema *drenotube* té una gran facilitat d'instal·lació, ja que es considera una instal·lació simple i ràpida. Per ser concrets la instal·lació consta de 4 senzills passos:



Figura 37: Passos a seguir per fer la instal·lació. Font: drenotube.com

1. Excavació per crear la rasa
2. Connexions dels tubs
3. Col·locar en posició el tub dintre de la rasa
4. Emplenar la rasa amb les mateixes terres excavades



Es considera un sistema molt ecològic, ja que el 70% d'EPS és d'origen reciclat, contribueix a reduir l'extracció de grava a les pedreres, a favor del medi ambient. Tots els components són inerts, pel que no contaminen cap tipus de terra. I el 100% dels seus components són reciclables.

Existeixen un seguit de requisits a tenir en compte durant el sistema d'infiltració:

- El terreny no pot tenir una pendent superior al 5%.
- El dimensionat de la xarxa depèn de la permeabilitat del terra i del caudal a evacuar.
- Es requereix la construcció d'una arqueta entre la depuradora *aquatreat* i l'inici del sistema *drenotube* per l'adequada distribució de l'aigua i un bon control.
- La profunditat mínima de la instal·lació ha de ser de 400 mm i la profunditat mínima de la rasa ha de ser de 700 mm. L'amplada de la rasa ha de ser com a mínim de 50 cm.



Figura 38: Profunditats mínimes de la instal·lació. Font: *drenotube.com*

- La distància entre els eixos de les rases no pot ser inferior a 1,5 metres.
- La zona d'infiltració no pot estar a menys de 4 metres dels habitatges o zones habitables.
- Cap part de la zona de descàrrega deurà estar a menys de 4 metres de la vora o cuneta de carretera més pròxima ni a menys de 2 metres del límit del lloc confrontant. Les zones de descàrrega en la proximitat de cursos d'aigua deuen estar com a mínim a 10 metres de distància.
- La longitud d'una línia de *drenotube* no pot superar els 30 metres.
- Si hi ha l'existència d'un pou, ha d'haver-hi una distància mínima de 35 metres.

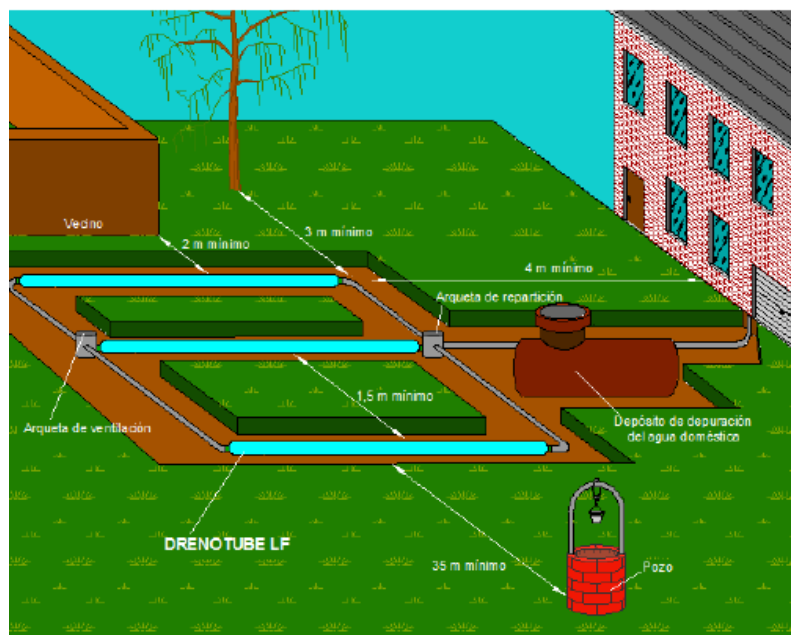


Figura 39: Esquema de la instal·lació. Font: *drenotube.com*

A continuació, s'inicia el procés de dimensionat de la instal·lació d'infiltració dels dos habitatges.

S'utilitzarà el model *drenotube IF 300*. Les característiques d'aquest tub són les següents:

D tub	D total	Longitud	Retenció d'aigua	Capacitat màxima d'infiltració
110mm	300mm	3/6 m	37 litres/m	5 L/s/m

Taula 42: Característiques del Tub drenotube IF 300. Font: drenotube.com

És important tenir en compte els següents criteris per al pre-disseny proposat:

1. Capacitat de retenció d'aigua del sistema *drenotube*: la capacitat de retenció d'aigua del *drenotube* ha de ser igual o major que la quantitat diària d'aigües residuals generades.
2. Permeabilitat del terreny: el coeficient de permeabilitat del terreny K, expressat en litres/hora/m² es clau per al disseny. Determinarà de quina superfície d'infiltració hem de disposar amb la xarxa d'infiltració, segons l'aigua tractada.
3. Capacitat d'infiltració del sistema *drenotube*: 5 L/m/s en el cas del tub IF 300, capacitat màxima d'infiltració sotmesa a pressió de 20 Kpa equivalent a 1 metre de farciment de terra sobre el drenotube.

- **Casa principal**

En el cas de la casa principal, s'ha suposat un total de 45 metres de tub de IF 300 per satisfer les necessitats. La distribució serà la següent:



Figura 40: Esquema de la instal·lació d'infiltració de la casa principal. Font: Pròpia

Com s'ha dit anteriorment, són 45 metres en total de tub, que estarà dividit en 5 files de 9 metres de longitud i una separació entre elles de 1,5 metres.

Per tant, amb aquestes dimensions s'obtidran les següents característiques:

- Un total de 9 ocupants a la casa.
- El volum per dia serà 150 litres per 9 persones, un total de 1350 litres.
- La longitud del sistema *drenotube* serà 5x9metres.
- La superfície d'infiltració efectiva és de 0,3 metres del tub per els 45 metres de tub total, és a dir, una superfície de 13,5m².
- Per la capacitat d'infiltració del terreny, s'ha considerat un terreny poc agraït, que pugui tenir la capacitat d'infiltració de 240 litres/dia/m².
- La infiltració (tenint en compte l'àrea del *drenotube* i la capacitat d'infiltració del terreny) és la següent: els 240 litres/dia/m² si es multiplica per l'àrea del sistema *drenotube* que és 13,5 m², s'aconsegueix una infiltració/dia de 3240 litres/dia.
- El volum de retenció de l'aigua en *drenotube* és 37 litres/metre per tots els metres totals de tub que són 45, s'obté un volum de retenció de 1665 litres. Per tant, les necessitats establertes queden satisfetes, i fins i tot, amb marge de 315 litres.

- Casa vinculada

En el cas de la casa vinculada, s'ha suposat un total de 24 metres de tub IF 300, ja que hi conviuen menys persones que a la casa principal.

La distribució serà la següent:



Figura 41: Esquema de la instal·lació d'infiltració de la casa vinculada Font: Pròpia

Com es pot comprovar, són 4 files de 6 metres de longitud a una distància de 1,5 metres entre elles.

Per tant, amb aquestes dimensions s'obtenen les següents característiques:

- Un total de 4 ocupants a la casa.
- El volum per dia serà 150 litres per 4 persones, un total de 1350 litres.
- La longitud del sistema *drenotube* serà 4 x 6 metres.
- La superfície d'infiltració efectiva és de 7,2 m².
- Per la capacitat d'infiltració del terreny, s'ha considerat de nou un terreny poc agraït, que pugui tenir la capacitat d'infiltració de 240 litres/dia/m².
- La infiltració (tenint en compte l'àrea del *drenotube* i la capacitat d'infiltració del terreny) és la següent: 1728 litres/dia.
- El volum de retenció de l'aigua en *drenotube* és 888 litres. Per tant, les necessitats establertes queden satisfetes, i fins i tot, deixant un marge de 288 litres.

6.4.2. Dimensionat i ubicació del sistema d'evacuació d'aigües

Un cop detallades la primera i la segona part del sistema d'evacuació d'aigües i escollits tots els elements necessaris per al correcte funcionament, a continuació s'explicarà com quedà el sistema d'evacuació d'aigües residuals per **la casa principal**:

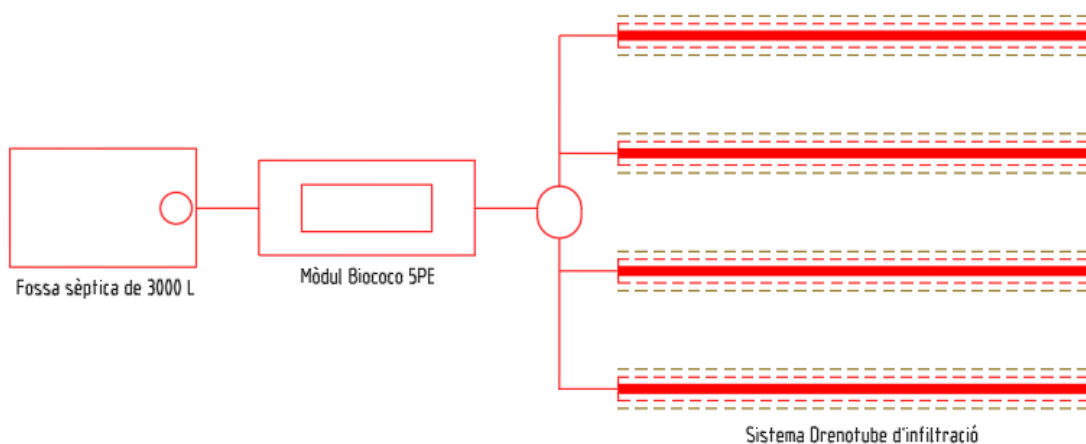


Figura 42: Esquema de la instal·lació del sistema d'evacuació d'aigües residuals de la casa principal. Font: Pròpia

I el sistema per l'evacuació d'aigües residuals per la casa vinculada és el següent:

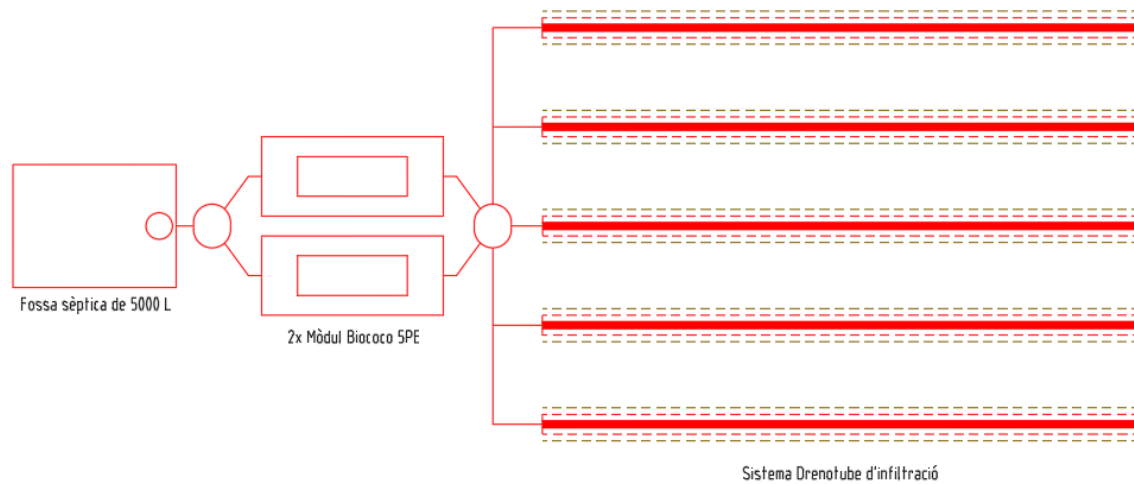


Figura 43: Esquema de la instal·lació del sistema d'evacuació d'aigües residuals de la casa vinculada. Font: Pròpia

Per a la ubicació dels dos sistemes d'evacuació, és necessari tenir en compte les pendents del terreny (a la documentació gràfica es pot veure un plànol amb les corbes topogràfiques de la zona). Finalment, aniran ubicats als següents llocs:



Figura 44: Ubicació dels sistemes d'evacuació d'aigües residuals. Font: Pròpia

6.5. Evacuació interior

En aquest apartat es detallarà l'evacuació d'aigües des de l'interior a l'exterior de l'edifici. Quedarà dividit en tres parts:

6.5.1. L'evacuació de les aigües residuals, que aniran dirigides a la fossa sèptica.

6.5.2. L'evacuació d'aigües grises, que aniran dirigides al tractament d'aigües grises.

6.5.3. L'evacuació de les aigües pluvials de les cobertes dels edificis per no provocar filtracions ni humitats, que seran evacuades directament al subsòl, ja que al ser aigües de la pluja no necessiten cap tipus de tractament.

6.5.1. Evacuació aigües residuals

En el present cas, es consideren aigües residuals les que provenen dels rentaplats, aigüeres domèstiques, inodors amb cisterna, rentadores, bidets i aixetes del safareig.

Per al càlcul de la instal·lació s'ha tingut en compte les especificacions de les normes existents per a xarxes d'evacuació.

Així mateix, per al dimensionat dels diversos elements de la xarxa s'han seguit les prescripcions marcades pel Document Bàsic referent a Salubritat HS5 "Evacuació d'aigües", de tal manera que s'ha fet servir el mètode basat en les "unitats de desguàs (UD)".

El mètode de les unitats de desguàs assigna a cada tipus d'aparell equipat amb desguàs un nombre determinat de unitats de desguàs en funció de si es tracta d'un ús públic o privat. En aquest cas es considerarà de tipus privat.

En funció del nombre d'unitats de desguàs que haurà de suportar cada tram i en funció del pendent de cada tram, es determinarà el diàmetre que haurà de tenir cada un dels elements de la instal·lació.

6.5.1.1. Aparells individuals

La ubicació de cada aparell individual apareix als plànols corresponents.

L'assignació d'unitats de desguàs que s'ha fet servir per al dimensionat de la xarxa d'evacuació ha estat la següent:

Tipus d'aparell	UD
Inodor amb cisterna	4
Pica de cuina	3
Bidet	2
Safareig	3
Rentavaixelles	3
Rentadora	3

Taula 43: Unitats de desguàs per cada aparell. Font: CTE

6.5.1.2. Sifons i derivacions individuals

Tots els aparells disposaran de sífó individual. Es preveu que en funció del tipus d'aparell, el diàmetre dels sifons i de les derivacions individuals cap als aparells seran els que apareixen a la següent taula:

Tipus d'aparell	Diàmetre mínim
Inodor amb cisterna	100
Pica de cuina	40
Bidet	32
Safareig	40
Rentavaixelles	40
Rentadora	40

Taula 44: Diàmetre mínim dels sifons i derivacions individual. Font: CTE

En cas que la derivació reculli els desguassos de diversos aparells d'una mateixa cambra humida, actuant així com a derivació en col·lector, el diàmetre d'aquesta derivació en col·lector haurà de ser el següent en funció del nombre d'unitats de descàrrega a les quals hagi de donar servei i en funció del pendent d'aquesta derivació:

		Màxim nombre d'unitats de descàrrega suportades per la derivació en col·lector		
		Pendent		
Diàmetre nominal (mm)		1 %	2 %	4 %
32		-	1	1
40		-	2	3
50		-	6	8
63		-	11	14
75		-	21	28
90		47	60	75
110		123	151	181
125		180	234	280
160		438	582	800
200		870	1150	1680

Taula 45: Màxim nombre d'unitats de descarrega suportades per la derivació en col·lector individual. Font: CTE

6.5.1.3. Baixants

En funció del nombre d'unitats de descàrrega a les quals hagin de donar servei i en funció del nombre de plantes de l'edifici, el diàmetre dels baixants seran els que apareixen a la següent taula:

Diàmetre nominal (mm)	Nombre màxim d'UD per baixant		Nombre màxim d'UD per ramal	
	Fins a 3 plantes	Més de 3 plantes	Fins a 3 plantes	Més de 3 plantes
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1.100	280	200
160	1.208	2.240	1.120	400
200	2.200	3.600	1.680	600
250	3.800	5.600	2.500	1.000
315	6.000	9.240	4.320	1.650

Taula 46: Diàmetre dels baixants segons el número d'alçades de l'edifici i el número de UD. Font: CTE

6.5.1.4. Col·lectors

En funció del nombre d'unitats de descàrrega a les quals hagin de donar servei i en funció del pendent del col·lector, el diàmetre dels col·lectors seran els que apareixen a la següent taula:

		Màxim nombre d'unitats de descàrrega suportades pel col·lector		
		Pendent		
Diàmetre nominal (mm)		1 %	2 %	4 %
50		-	20	25
63		-	24	29
75		-	38	57
90		96	130	160
110		264	321	382
125		390	480	580
160		880	1.056	1.300
200		1.600	1.920	2.300
250		2.900	3.500	4.200
315		5.710	6.920	8.290
350		8.300	10.000	12.000

Taula 47: Diàmetre dels col·lectors horitzontals en funció del número màxim de UD i la pendent adoptada. Font: CTE

6.5.1.5. Pericons

Es col·locaran pericons de registre a peu de baixant, excepte quan aquest arribi fins al sostre d'una cambra sanitària o planta subterrània i aquest sigui registrable des d'aquesta.

Es disposaran pericons de registre cada 15 metres (com a màxim) en els trams de ramals i col·lectors soterrats.

A més, en el darrer tram de la instal·lació d'evacuació s'instal·larà un pericó sifònic just abans d'accedir al clavegueró d'accés a la claveguera pública.

Els pericons tindran unes dimensions mínimes, en funció del diàmetre dels tubs que hi surtin de la següent taula:

Diàmetre col·lector de sortida (mm)	Dimensions internes (cm)
100	40 x 40
150	50 x 50
200	60 x 60
250	60 x 70
300	70 x 70
350	70 x 80
400	80 x 80
450	80 x 90
500	90 x 90

Taula 48: Dimensions dels pericons en funció del col·lectors. Font: CTE

6.5.1.6. Ventilació de la xarxa d'evacuació

Caldrà prolongar els baixants d'aigües residuals un mínim de 1,3 metres per sobre de la coberta de l'edifici, si aquesta no és transitable i un mínim de 2 metres si és transitable.

La sortida de la ventilació primària no haurà d'estar situada a menys de 6 metres de qualsevol presa d'aire exterior per a climatització o ventilació i haurà de sobrepassar-la en alçada.

Quan existeixin forats de recintes habitables a menys de 6 metres de la sortida de la ventilació primària, aquesta haurà de situar-se un mínim de 50 cm per sobre de la cota màxima dels esmentats forats.

La sortida de ventilació haurà d'estar convenientment protegida de l'entrada de cossos estranys i el seu disseny haurà de ser tal que l'acció del vent afavoreixi l'expulsió dels gasos.

Les terminacions de les columnes no podran quedar sota cap terrassa ni marquesina.

Pel que fa al diàmetre, la ventilació primària tindrà el mateix diàmetre que la baixant de la qual és prolongació.

6.5.1.7. Dimensionat i càlculs de la instal·lació

Un cop explicats tots els paràmetres necessaris a tenir en compte, es procedeix a fer el dimensionat i càlculs de la instal·lació.

Cal esmentar que en aquesta instal·lació no s'ha utilitzat cap tipus de grup de bombeig, ja que la instal·lació treballa en la seva totalitat per gravetat.

A continuació, es mostren les derivacions individuals i les derivacions que recullen més d'un aparell dirigides cap als baixants i col·lectors. Per saber la longitud de les canonades també s'ha tingut en compte l'alçada a la qual van col·locats els sifons:

- Aigüera domèstica: 50 cm des del terra.
- Bidet: 12 cm des del terra.
- Inodors amb cisterna: 18 cm des del terra.
- Rentadora: 45 cm des del terra.
- Rentavaixelles: 50 cm des del terra.
- Aixeta safareig: 54 cm des del terra.

Seguidament, es mostraran també les taules dels baixants (en cas que n'hi hagi), i finalment la taula amb els col·lectors. Per les dues cases és seguirà el mateix procediment.

- Casa principal

Codi/Nom	Uds.	Pendent %(1/2/4)	Longitud (m)	Diàmetre mínim (mm)	Capacitat (uds)	Diàmetre escollit (mm)
RF-1	4	2	1	100	4	110
RF-2	2	2	0,12	32	2	32
RF-3	6	2	3,5	50	6	110
RF-4	2	2	1,62	32	2	32
RF-5	4	2	0,18	100	4	110
RF-6	6	2	1,7	50	6	110
RF-7	3	2	1	40	3	40
RF-8	3	2	0,5	40	3	40
RF-9	4	2	0,48	100	4	110
RF-10	4	2	2,88	100	4	110
RF-11	3	2	1,4	40	3	40
RF-12	3	2	1,45	40	3	40
RF-13	4	2	1,2	100	4	110
RF-14	3	2	2,85	40	3	40
RF-15	3	2	0,65	40	3	40

Taula 49: Dimensions de les derivacions-derivacions col·lectors de la casa principal. Font: Pròpia

Sobre el dimensionat de les derivacions/derivacions col·lectors, és important tenir en compte els següents aspectes:

En quant als diàmetres dels inodors amb cisterna, el CTE menciona que com a mínim han de ser de 100 mm, en aquest projecte s'han dimensionat com a 110 mm, ja que canonades de 100 mm no existeixen.

En quant als diàmetres de les derivacions que evacuen més d'un element, és necessari tenir en compte que com a mínim han de tenir el diàmetre mínim de l'aparell que tingui un major diàmetre, és per això que en els ramals RF-03 i RF-06 el diàmetre de la canonada és 110 mm, ja que el diàmetre mínim dels aparells és el del inodor amb cisterna.

A continuació es mostren els baixants:

Característiques del Baixant				Càlcul segons num. Uds. Descàrrega(A)		Càlcul segons num. Uds. Ramal(B)		Diàmetre escollit (mm)
Codi/Nom	Uds.	Num. Plantes	Longitud (m)	Diàmetre (mm)	Capacitat (uds)	Diàmetre (mm)	Capacitat (uds)	
BF-1	12	2	3	50	25	75	21	110

Taula 50: Dimensions del baixant de la casa principal. Font: Pròpia

Amb el baixant passa exactament el mateix, al tenir inodors amb diàmetres de 110 mm el baixant també serà de 110 mm.

A continuació, es mostren els col·lectors que seran els encarregats d'anar cap als pericons (es podrà veure la ubicació dels pericons a la documentació gràfica). Cal tenir en compte que en els pericons de pas, com a màxim poden evacuar 3 col·lectors.

Codi/Nom	Uds.	Pendent % (1/2/4)	Longitud (m)	Diàmetre mínim (mm)	Capacitat (uds)	Diàmetre escollit (mm)
CF-1	6	2	4,3	50	20	50
CF-2	4	2	6	50	20	110
CF-3	8	2	1,5	50	20	125
CF-4	18	2	6,15	50	20	125
CF-5	22	2	4,3	63	24	125
CF-6	6	2	3,7	50	20	50
CF-7	28	2	14	75	38	125
CF-8	12	2	8	50	20	110
CF-9	4	2	3,48	50	20	110
CF-10	44	2	4,2	90	130	125
CF-11	6	2	4,7	50	20	50
CF-12	50	2	30	90	130	125

Taula 51: Dimensions dels col·lectors de la casa principal. Font: Pròpia

En aquest cas, per als diàmetres que s'han dimensionat, s'ha aplicat el mateix procediment que en les derivacions. A més a més, s'han aplicat diàmetres de 125 mm als col·lectors que suportaven una gran càrrega d'evacuació d'aigües.

- Casa vinculada

A continuació, es mostren les taules realitzades. Cal esmentar, que al ser una casa d'una única planta no hi hauran baixants, així que hi haurà una taula per les derivacions i una altre pels col·lectors:

Codi/Nom	Uds.	Pendent %(1/2/4)	Longitud (m)	Diàmetre mínim (mm)	Capacitat (uds)	Diàmetre escollit (mm)
RF-1	3	2	1,3	40	3	40
RF-2	6	2	0,7	50	6	50
RF-3	4	2	3,5	100	4	110
RF-4	4	2	1,62	100	2	110
RF-5	2	2	0,7	32	2	32
RF-6	4	2	0,18	100	4	110

Taula 52: Dimensions de les derivacions-derivacions col·lectors de la casa vinculada. Font: Pròpia

Codi/Nom	Uds.	Pendent %(1/2/4)	Longitud (m)	Diàmetre mínim (mm)	Capacitat (uds)	Diàmetre escollit (mm)
CF-1	9	2	2,3	50	20	50
CF-2	4	2	4,7	50	20	110
CF-3	3	2	2,7	50	20	50
CF-4	8	2	2,4	50	20	125
CF-5	6	2	2,4	50	20	110
CF-6	13	2	2,3	50	20	110
CF-7	16	2	7,9	50	20	110
CF-8	24	2	5,5	75	38	125
CF-9	30	2	23	75	38	125

Taula.1 dimensions dels col·lectors de la casa principal. Font: Pròpia

A la documentació gràfica es veuran reflectits tots aquests trams, i també totes les arquetes de pas que han sigut necessàries.

6.5.2. Evacuació d'aigües grises

El procediment que s'aplicarà per fer aquesta instal·lació serà exactament el mateix que el de les aigües residuals, només hi haurà un petit canvi:

Aquestes aigües com s'ha mencionat anteriorment, seran reaprofitades, per tant, aniran dirigides al dipòsit del tractament. Així que les aigües recollides en aquesta instal·lació seran la de les dutxes, banyeres i lavabos.

Les seves unitats de desguàs i els diàmetres d'aquests aparells seran les següents:

Tipus d'aparell	UD	Diàmetre (mm)
Lavabo	1	32
Dutxa	2	40
Banyera	3	40

Taula 53: Unitats i diàmetres dels aparells d'aigües grises. Font: CTE

6.5.2.1. Dimensionat d'aigües grises

El dimensionat de les aigües grises es realitzarà aplicant les mateixes taules que en l'apartat d'aigües residuals, l'únic que amb aparells diferents.

A continuació, es mostren les següents taules de les respectives cases:

- Casa principal

Codi/Nom	Uds.	Pendent %(1/2/4)	Longitud (m)	Diàmetre mínim (mm)	Capacitat (uds)	Diàmetre escollit (mm)
RG-1	1	2	0,9	32	1	32
RG-2	1	2	0,9	32	1	32
RG-3	2	2	3,4	40	2	40
RG-4	3	2	1,5	40	3	40
RG-5	5	2	1,6	50	6	50
RG-6	1	2	6,8	32	1	32
RG-7	3	2	1,7	40	3	40
RG-8	1	2	1,7	32	1	32
RG-9	2	2	0,2	40	2	40
RG-10	3	2	4,5	50	6	50
RG-11	1	2	0,7	32	1	32
RG-12	2	2	0,8	40	2	40

RG-13	2	2	1,2	40	2	40
RG-14	1	2	0,9	32	1	32
RG-15	3	2	1,75	50	6	50
RG-16	1	2	1,4	32	1	32
RG-17	2	2	0,4	40	2	40
RG-18	1	2	4,2	40	2	40

Taula 54: Dimensions de les derivacions-derivacions col·lectors d'aigües grises de la casa principal. Font: Pròpia

Característiques del Baixant				Càlcul segons num. Uds. Descàrrega(A)		Càlcul segons num. Uds. Ramal(B)		Diàmetre escollit (mm)
Codi/Nom	Uds.	Num. Plantes	Longitud (m)	Diàmetre (mm)	Capacitat (uds)	Diàmetre (mm)	Capacitat (uds)	
BG-1	9	2	3	50	10	63	11	63

Taula 55: Dimensions del baixant de la casa principal. Font: Pròpia

Codi/Nom	Uds.	Pendent % (1/2/4)	Longitud (m)	Diàmetre mínim (mm)	Capacitat (uds)	Diàmetre escollit (mm)
CG-1	6	2	2	50	20	50
CG-2	3	2	4,15	50	20	50
CG-3	9	2	4,1	50	20	125
CG-4	12	2	4,5	50	20	125
CG-5	1	2	5,75	50	20	125
CG-6	9	2	5	50	20	63
CG-7	10	2	11,1	50	20	125
CG-8	10	2	6,15	50	20	125
CG-9	22	2	1,7	63	24	125

Taula 56: Dimensions dels col·lectors de la casa principal. Font: Pròpia

Cal remarcar, que en molts col·lectors s'ha optat per un diàmetre de 125, ja que són els col·lectors de sortida de les arquetes i el tub que entra no té un mínim de diàmetre però el tub que surt sí. Es podria haver optat per posar un diàmetre de 110 mm, però finalment s'ha triat el de 125, ja que és el que s'acostuma a posar al col·lector principal.

- Casa vinculada

Codi/Nom	Uds.	Pendent %(1/2/4)	Longitud (m)	Diàmetre mínim (mm)	Capacitat (uds)	Diàmetre escollit (mm)
RG-1	1	2	3,75	32	1	32
RG-2	1	2	1,5	32	1	32
RG-3	2	2	0,2	40	2	40
RG-4	3	2	6	50	6	50
RG-5	2	2	0,2	40	2	40
RG-6	5	2	1,1	50	6	50
RG-7	1	2	1	32	1	32
RG-8	3	2	2	40	3	40
RG-9	1	2	0,5	32	1	32
RG-10	1	2	0,5	32	1	32
RG-11	2	2	0,5	40	2	40

Taula 57: Dimensions de les derivacions-derivacions col·lectors d'aigües grises de la casa vinculada. Font: Pròpia

Codi/Nom	Uds.	Pendent %(1/2/4)	Longitud (m)	Diàmetre mínim (mm)	Capacitat (uds)	Diàmetre escollit (mm)
CF-1	6	2	1,2	50	20	50
CF-2	5	2	2	50	20	50
CF-3	5	2	5,2	50	20	125
CF-4	11	2	8,2	50	20	125
CF-5	12	2	3,5	50	20	125

Taula 58: Dimensions dels col·lectors de la casa principal. Font: Pròpia

A la documentació gràfica tots els trams es veuran reflectits, conjuntament amb els pericons.

6.5.3. Evacuació de les aigües pluvials

Les aigües pluvials aniran evacuades directament a l'exterior, ja que com són aigües naturals, no fa falta fer cap tipus de tractament i en aquest cas no es reaprofitem. El que s'afegirà, són uns canelons als extrems de les cobertes de les respectives cases, per no provocar filtracions per les façanes o humitats. I finalment, es col·locaran uns baixants als extrems per ser expulsades. Un aspecte positiu és que les cobertes ja tenen inclinació.

6.5.3.1. Canelons aigües pluvials

Per saber el diàmetre nominal dels canelons d'evacuació d'aigües pluvials de secció semicircular per una intensitat pluviomètrica de 100 mm/h, s'obté en funció del pendent i de la superfície a la que dona servei.

Màxima superfície, en projecció horitzontal, en m²				Diàmetre nominal
Pendent del canaló				
0,5%	1%	2%	4%	-
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Taula 59: Diàmetre nominal dels canelons per un règim pluviomètric de 100mm/h. Font: Pròpia

En el present cas, com l'habitatge està ubicat a Menorca, és necessari saber la intensitat pluviomètrica en aquella zona, ja que en cas de ser diferent de 100mm/h, s'haurà d'aplicar un factor de correcció a les superfícies. A continuació, es mostra un mapa amb les intensitats pluviomètriques de cada zona:

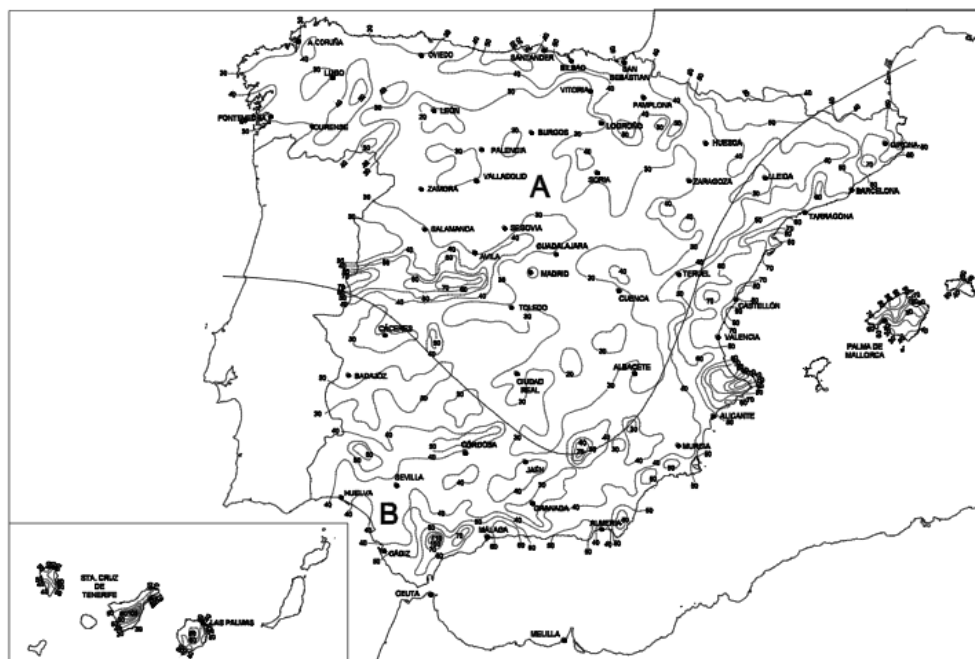


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Tabla B.1
Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Figura 45: Mapa de les zones pluviomètriques de Espanya. Font: CTE

La representació d'aquest mapa és la següent:

- El mapa està dividit en dues zones, zona A i zona B. En aquest cas interessa la zona B, ja que és on es troba Menorca. A continuació, es busca quina isoyeta té, en aquest cas la isoyeta tindrà un valor de 40; per tant, la intensitat pluviomètrica de la zona on es troba l'habitatge serà de 90 mm/h.

Per tant, al tenir una intensitat menor que 100mm/h s'ha d'aplicar un factor de correcció de la següent manera:

$$f = i/100$$

On: f: factor de correcció

i: intensitat pluviomètrica de la nostra zona

Així que, el factor de correcció que s'haurà d'aplicar a la superfície serà de 0,9.

- Casa principal

La casa principal com es pot observar té varis desnivells d'alçada, amb això es vol dir que té varies cobertes.

Per tant, s'ha de calcular la superfície de cada coberta per saber els diàmetres corresponents de cada caneló.

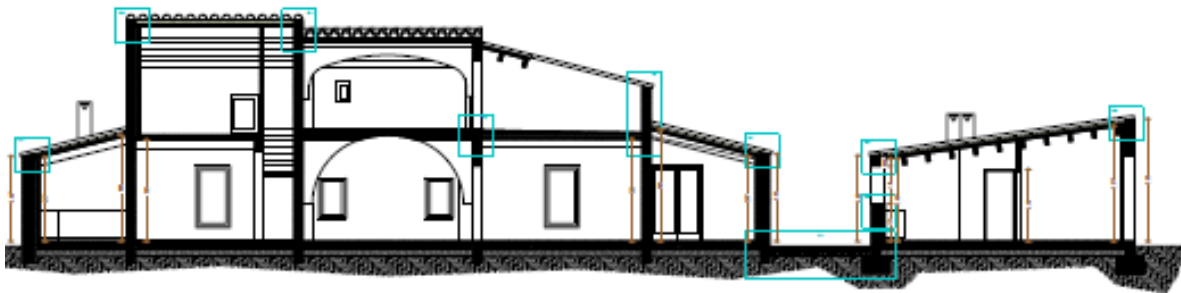


Figura 46: Desnivells de les cobertes de la casa principal. Font: Pròpia

A les superfícies de les cobertes s'haurà d'aplicar el factor de correcció de 0,9 que ha sigut calculat anteriorment.

A continuació, es mostren les diferents cobertes de la casa principal:

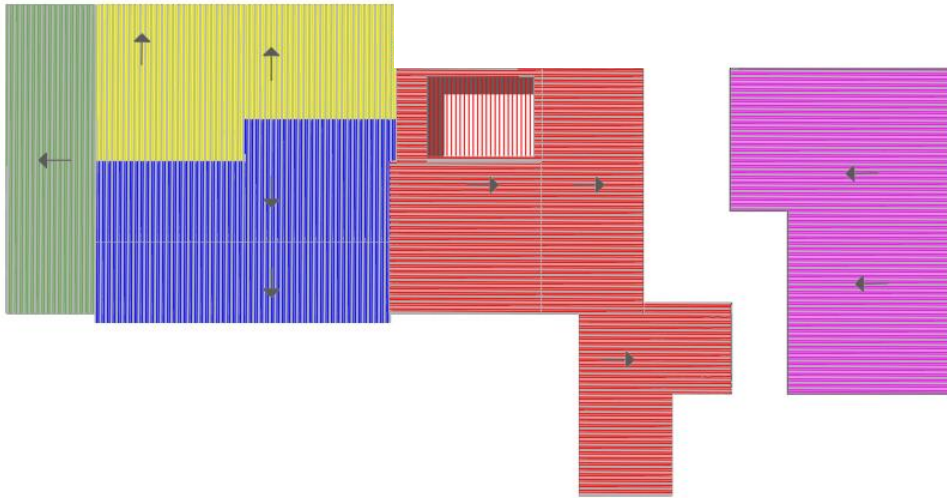


Figura 47: Cobertes de la casa principal. Font: pròpia

Les superfícies de cada coberta són les següents:

- Coberta verda: 32 m^2 —————> Amb el factor de correcció $28,8 \text{ m}^2$.
- Coberta groga: 48 m^2 —————> Amb el factor de correcció $43,2 \text{ m}^2$.
- Coberta blava: 64 m^2 —————> Amb el factor de correcció $57,6 \text{ m}^2$.
- Coberta vermella: 99 m^2 —————> Amb el factor de correcció $89,1 \text{ m}^2$.
- Coberta lila: 73 m^2 —————> Amb el factor de correcció $65,7 \text{ m}^2$.

Així que, un cop ja conegudes les superfícies de les respectives cobertes, ja es pot saber el dimensionat dels canelons:

-Tots els canalons aniran a una pendent de 0,5%.

- Coberta verda: el diàmetre del caneló és de 100 mm.
- Coberta groga: el diàmetre del caneló és de 125 mm.
- Coberta blava: el diàmetre del caneló és de 125 mm.
- Coberta vermella: el diàmetre del caneló és de 150 mm.
- Coberta lila: el diàmetre del caneló és de 150 mm.

A la documentació gràfica es veurà on van col·locats els canelons.

- Casa vinculada

En el cas de la casa vinculada, el procediment és el mateix però, molt més senzill ja que existeixen molts menys desnivells a les cobertes:

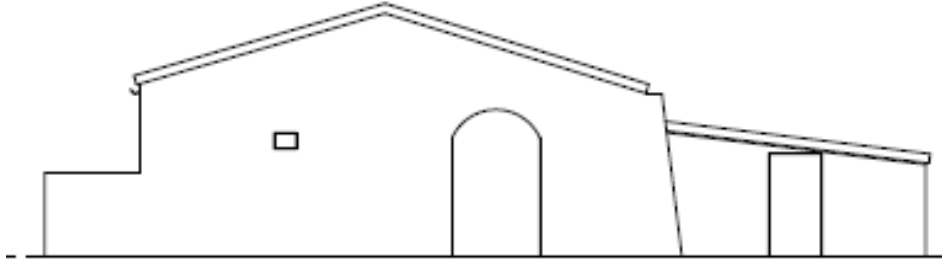


Figura 48: Desnivells de les cobertes de la casa vinculada. Font: Pròpia

A continuació, es mostren les diferents cobertes de la casa vinculada:

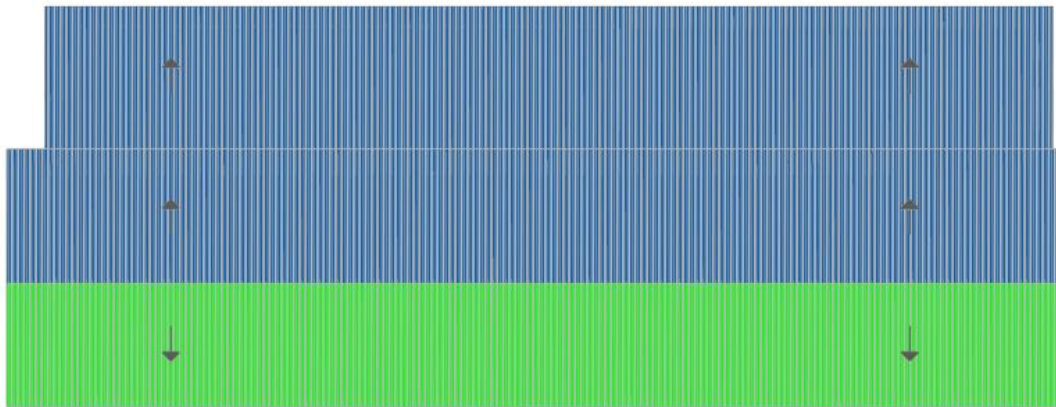


Figura 49: Cobertes de la casa vinculada. Font: Pròpia

Les superfícies de cada coberta són les següents:

- Coberta blava: 277 m^2 → Amb el factor de correcció $249,3 \text{ m}^2$
- Coberta verda: 129 m^2 → Amb el factor de correcció $116,1 \text{ m}^2$

Un cop ja conegudes les superfícies, ja es pot determinar el diàmetre dels canelons:

-Tots els canelons aniran a una pendent de 0,5%.

- Coberta Blava: el diàmetre del caneló és de 250 mm.
- Coberta Verda: el diàmetre del caneló és de 200 mm.

A la documentació gràfica es veurà on van col·locats els canelons.

6.5.3.2. Baixants aigües pluvials

Un cop ja definit on van col·locats els canalons, falta determinar també el diàmetre dels baixants.

Els baixants de les aigües pluvials són determinats mitjançant la següent taula:

Intensitat pluviomètrica de la zona:	100
Màxima superfície, en projecció horitzontal, en m2	Diàmetre nominal
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1544	160
2700	200

Taula 60: Diàmetre nominal dels baixants per un règim pluviomètric de 100mm/h. Font: Pròpia

- Casa principal

Per la casa principal, el diàmetre dels baixants serà en funció de la superfície de les cobertes, així que:

- *Coberta verda*: el diàmetre del baixant és de 50 mm.
- *Coberta groga*: el diàmetre del baixant és de 50 mm.
- *Coberta blava*: el diàmetre del baixant és de 50 mm.
- *Coberta vermella*: el diàmetre del baixant és de 63 mm.
- *Coberta lila*: el diàmetre del baixant és de 63 mm.

- Casa vinculada

Per la casa vinculada, es seguirà el mateix procediment que per la casa principal:

- *Coberta Blava*: el diàmetre del baixant és de 90 mm.
- *Coberta Verda*: el diàmetre del baixant és de 75 mm.

A la documentació gràfica es veurà on van col·locats els baixants.

7. Instal·lació de climatització i obtenció d'ACS

Aquestes instal·lacions tenen com a objectiu establir i justificar les mesures adequades i necessàries per realitzar correctament les instal·lacions de climatització i obtenció d'aigua calenta sanitària.

Els principals objectius són:

- Poder subministrar aigua calenta sanitària a les dues cases.
- Poder garantir una temperatura adequada des d'un punt de vista òptim mitjançant un sistema de calefacció.

7.1. Reglamentació

La normativa que s'ha utilitzat és la següent:

- Reial decret 1027/2007 de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de Instal·lacions Tèrmiques dels Edificis (RITE) i les instruccions tècniques corresponents (ITE).
- CTE. Codi tècnic de l'edificació. Reial decret. 314/2006 de 17 de març de 2.006
 - Document bàsic estalvi d'energia DB HE2. Condicions de les instal·lacions tèrmiques
 - Document bàsic estalvi d'energia DB HE4. Contribució mínima d'energia renovable per cobrir la demanda d'aigua calenta sanitària.

7.2. Requisits a tenir en compte

Segons el CTE, els habitatges hauran de satisfer les necessitats d'ACS utilitzant energia procedent d'energies renovables. La contribució mínima d'energia renovable ha de cobrir al menys el 70% de la demanda energètica anual per ACS.

Els sistemes de mesura procedents de l'energia subministrada procedent de fonts renovables s'adequaran al RITE.

7.3. Font d'energia renovable seleccionada

La font d'energia renovable que s'utilitzarà per cobrir aquestes instal·lacions, és la energia biomassa.

La energia biomassa consisteix en l'extracció d'energia mitjançant la combustió de matèria orgànica d'origen vegetal o animal.

- La biomassa es classifica de la següent manera:
 - **Biomassa natural:** és la que es produeix en la naturalesa sense intervenció humana. Per exemple, en la caiguda natural de branques dels arbres en els boscos.
 - **Biomassa residual:** és el subproducte o residu generat en les activitats agrícoles, ramaderies com residus de la indústria agroalimentària i en l'indústria de transformació de la fusta.
 - **Cultius energètics:** són aquells que estan destinats a la producció de biocombustibles.

També pot ser classificada en funció del producte final, així, els principals biocombustibles sòlids que podem trobar al mercat són:

- *Pèl·let de fusta:* biocombustible sòlid format per la compactació de subproductes provinents de la indústria de la fusta, majoritàriament serradures i encenalls.
- *Estella forestal:* prové de la trituració de material llenyós procedent del bosc o bé del subproducte de l'activitat de les serradores i altres indústries forestals.
- *Llenya i briquetes:* la llenya és un combustible poc utilitzat en les calderes biomassa pel fet que s'ha d'alimentar de forma manual. És una bona opció per a usuaris que tinguin fusta disponible.
- *Subproductes agroindustrials:* provinents de l'activitat industrial, al mercat actual hi ha una gran varietat de subproductes agrícoles. Els més destacats són el pinyol d'oliva, la closca dels fruits secs, la palla dels cereals...

Així que, la biomassa resulta ser una font d'energia renovable més econòmica, ja que el seu preu és fins a 4 vegades més baix que l'energia convencional, segura i eficient, amb menys emissions i que contribueix al manteniment de boscos o al reciclatge de residus agrícoles.

Com es produeix energia amb la biomassa?

Hi ha dues formes per produir energia amb la biomassa:

- **Ús elèctric de la biomassa:** L'obtenció d'energia elèctrica a través de la crema de biomassa sòlida es realitza generalment a gran escala. Això és degut principalment al fet de que les instal·lacions necessàries requereixen una gran inversió econòmica. A més, els rendiments globals obtinguts són més grans com més gran sigui la potència generada. Es crema la biomassa en una caldera, aquesta combustió escalfa l'aigua que circula per la canonades de les parets de la caldera i es converteix en vapor. El vapor mou una turbina connectada a un generador que produeix electricitat
- **Ús tèrmic de la biomassa:** L'obtenció d'energia tèrmica a través de la crema de biomassa sòlida es realitza amb diferents propòsits. Les aplicacions tèrmiques amb producció de calor i aigua calenta sanitària són les més comunes dins de el sector de la biomassa, encara que també és possible la producció de fred, aquesta última opció és més excepcional. Les aplicacions tèrmiques més comuns de la biomassa són: instal·lacions industrials , instal·lacions de el sector domèstic i de serveis amb elevada centralització.

Aquest projecte es centrarà en l'ús tèrmic, ja que s'instal·larà una caldera biomassa per obtenir calefacció mitjançant terra radiant i l'escalfament d'aigua calenta sanitària.

Les calderes biomassa avui en dia són equips molt compactes i que han evolucionat molt. Hi ha diferents tipus de calderes:

- *Calderes convencionals adaptades per biomassa:* utilitzen combustibles combinats.
- *Calderes estàndards de biomassa:* s'utilitzen només per ús domèstic i poden utilitzar pellet, o materials que no produeixin molta cendra.
- *Calderes mixtes:* permeten l'ús alternatiu de dos combustibles en funció de les necessitats de cada situació i necessiten un emmagatzematge i un sistema d'alimentació de la caldera per cada combustible.
- *Calderes de condensació:* utilitzen només el pellet.

7.4. Elecció de la potència de la caldera biomassa

La determinació de la potència de la caldera es realitza en funció de les necessitats de calefacció i de les necessitats de producció d'aigua calenta sanitària. Les necessitats de calefacció depenen de l'aïllament de l'habitatge i de la rigurositat climàtica de la zona.

En aquest cas, no s'entrarà en tant detall i es farà d'una forma més genèrica:

- *Habitatges ben aïllats:* 80 W/m²
- *Habitatges amb un aïllament normal:* 100 W/m²
- *Habitatges poc aïllades:* 120 W/m²

L'altre factor és el que determina les necessitats d'ACS. Si les necessitats d'ACS són elevades, la potència requerida pot ser superior a la necessària per calefacció. Les necessitats d'ACS bàsicament depenen del nombre de número de persones en l'habitatge i de la rapidesa que volem que es torni a recarregar l'acumulador.

El CTE menciona que la demanda de referencia d'ACS per habitatges d'ús residencial privat requerirà unes necessitats de 28 litres/persona a 60°C.

El procediment que es realitzarà per elegir la potencia de la caldera, és determinar la potencia necessària per abastir les necessitats de calefacció i determinar la potencia per satisfer les necessitats d'aigua calenta. Un cop es coneguin les dues potències, serà la més elevada la que mani, i per tant la potència mínima haurà de ser la calculada.

Per a la calefacció, com la casa té un bon aïllament, s'utilitzarà un factor més baix que el fixat. El factor serà igual a 60 W/m². La superfície que es voldrà escalfar és la de la casa vinculada i la de casa principal. Per tant, la superfície que s'ha considerat per escalfar és de 512 m².

Així que la potència que es necessitarà és de 512m² · 60 W/m². Una potència de 30,72 Kw.

Per el càlcul de potència necessària per ACS, es necessitaran escalfar 364 litres d'aigua, ja que hi ha un total de 13 persones entre les dues cases. Es fixaran uns 30 minuts per poder escalfar aquesta aigua i un salt tèrmic de 38 graus, ja que es considera l'aigua a una temperatura de 12°C.

L'expressió que s'ha utilitzat és la següent:

$$P = m \cdot C_p(\Delta T)$$

On: P és la potència necessària de la caldera (Kcal/h)

m és el caudal màssic de l'aigua a escalfar (Kg/h) amb densitat de l'aigua 1l/Kg

C_p és el calor específic de l'aigua (1Kcal/Kg °C)

ΔT és el salt tèrmic del fluid

$$P = m \cdot C_p(\Delta T) = \frac{364Kg}{0,5 h} \cdot \frac{1Kcal}{Kg^{\circ}C} (60 - 12) = 34944 \frac{Kcal}{h} \cdot \frac{1KWh}{860 Kcal} = 40,63 Kw$$

Per tant, es necessitarà una caldera de 40,63 Kw per poder escalfar tota aquesta aigua. Però, és necessari mencionar que això seria si volguéssim escalfar tota aquesta aigua. En el present cas, s'utilitzarà una producció amb acumulació.

Per reduir la potència necessària en producció i al mateix temps obtenir funcionaments més homogenis de la instal·lació, s'utilitzen els sistemes d'acumulació en dipòsits en els que es manté l'aigua calenta fins al moment del seu ús.

Bàsicament, el que es farà és el càlcul de consum punta per una instal·lació d'ACS, ja que el que es necessita és tenir aigua calenta en el moment on hi ha una demanda màxima.

Els sistemes d'acumulació es classifiquen depenent el volum d'acumulació en:

- Acumulació
- Semi acumulació

Els volums d'acumulació es dissenyen per atendre la demanda punta amb l'aigua acumulada, mentre que els de semi acumulació només poden fer front a una part d'aquesta demanda.

Així que es plantejarà de la següent manera:

- Fase inicial d'anàlisi del possible comportament de la instal·lació.
- Fase de dimensionat i càlcul de les necessitats d'aigua del període punta.
- Selecció del sistema d'acumulació adequat les necessitats.
- Selecció de la potència necessària a partir de l'acumulació escollida.

- Casa principal

Per la casa principal, a continuació es mostren els següents paràmetres:

Consums ACS		
Caudal Total	2,1	l/s
Caudal Simultani	0,46	l/s
Afluència diària màxima	9	persones
Demanda ACS segons CTE HE 4 (60°C)	28	l/dia · persona
Consum màxim diari	252	l/dia a 60 °C
Consum horari punta	50	% del consum diari
Consum horari punta	126	litres
Duració punta	273,91	segons
	4,57	minuts

Taula 61: Paràmetres del consum ACS de la casa principal. Font: Pròpia

Per tant, com es pot observar el consum en horari punta és de 126 litres. A l'hora d'escollir l'acumulador s'ha decidit garantir el 100% de l'acumulació en consum punta. S'ha seleccionat un acumulador de 150 litres del fabricant **lapesa**, concretament el model **GX6 S190** que té una capacitat d'ACS de 150 litres.

CARACTERÍSTICAS GENERALES		GX6 S90	GX6 S130	GX6 S190	GX6 S260	GX6 S400	GX6 S600
Capacidad total	L	82	130	191	256	365	608
Capacidad ACS	L	60	100	150	200	300	500
Capacidad depósito envolvente	L	22	30	41	56	65	108
D: Diámetro exterior	mm.	480	480	620	620	620	770
H: Altura total	mm.	750	1155	985	1240	1725	1730
kw: entrada agua red / vaciado	* GAS/M	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1
ww: salida ACS	* GAS/M	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1
z: recirculación ACS	* GAS/M	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1
kw: entrada primario	* GAS/H	1	1	1	1	1	1 1/2
kw: retorno primario	* GAS/H	1	1	1	1	1	1 1/2
Superficie de intercambio	m²	0,8	1,2	1,2	1,6	2,4	3
Peso en vacío (aprox.)	Kg	34	50	63	76	105	149

Taula 62: Acumulador d' ACS de la casa principal. Font: lapesa.com

Així que, per fer el càlcul de la caldera s'utilitzarà la següent expressió:

$$P_{Caldera} = [Q_{punta} \cdot (T_{ACS} - T_{AFCH}) - V_{acumulació} \cdot (T_{acumulació} - T_{AFCH}) \cdot F_{us acumulació}] \cdot 1,16 / \eta_{prdACS}$$

On:

Q_{punta} = el consum màxim en horari punta

T_{ACS} = temperatura utilització ACS

T_{AFCH} = temperatura aigua de la xarxa

$V_{acumulació}$ = volum total dels dipòsits d'acumulació

$T_{acumulació}$ = temperatura d'acumulació de l'aigua, igual o superior que T_{ACS}

$F_{us acumulació} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D$

(H i D: altura i diàmetre del dipòsit, respectivament)

η_{prdACS} = rendiment sistema producció ACS

CÀLCUL DE LA POTÈNCIA DE LA CALDERA		
Q punta, consum màxim hora punta	126	litres
TACS, temp. utilització ACS	60	° C
TAFS, temp. aigua xarxa	12	° C
Vacum, Volum d'acumulació	150	litres
Tacum, Temp. acumulació ACS	63	° C
Altura dipòsit	985	mm
Amplada dipòsit	620	mm
Fus, factor us volum acumulació	0,85	
n acs, rendiment sistema producció ACS	0,8	
Potència teòrica caldera	-0,69	kW

Taula 63: Càlcul de la potència de la caldera de la casa principal. Font: Pròpia

Aquest valor és negatiu, ja que tota l'aigua que es necessita per satisfer les necessitats en hora punta, ja està acumulada. Per tant, per determinar la potència, el que s'haurà de fer és determinar en quant temps es voldrà que la caldera acumuli l'aigua a l'acumulador.

El temps i la potència aniran lligades, ja que contra menys temps trigui en carregar-se l'acumulador, més potència es necessitarà.

- Casa Vinculada

En el cas de la casa vinculada, el procediment que s'ha seguit és el mateix, però amb uns altres paràmetres:

Consums ACS		
Caudal Total	1.14	l/s
Caudal Simultani	0,34	l/s
Afluència diària màxima	4	persones
Demanda ACS segons CTE HE 4 (60°C)	28	l/dia · persona
Consum màxim diari	112	l/dia a 60 °C
Consum horari punta	50	% del consum diari
Consum horari punta	56	litres
Duració punta	164,71	segons
	2,75	minuts

Taula 64: Paràmetres del consum ACS de la casa vinculada. Font: Pròpia

El consum en horari punta és de 56 litres, per tant, com s'aplica un sistema d'acumulació del 100%, es buscarà un acumulador que tingui la capacitat de retenir 56 litres. L'acumulador seleccionat en aquest cas és també del fabricant **lapesa**, i si s'observa en

la figura 59, el model que més s'ajusta a les necessitats és el GX6 S90 amb una capacitat de 60 litres.

Així que, per determinar la potència de la caldera, es seguirà el mateix procediment que en el cas anterior:

CÀLCUL DE LA POTÈNCIA DE LA CALDERA		
Q punta, consum màxim hora punta	56	litres
TACS, temp. utilització ACS	60	° C
TAFS, temp. aigua xarxa	12	° C
Vacum, Volum d'acumulació	60	litres
Tacum, Temp. acumulació ACS	63	° C
Altura dipòsit	750	mm
Amplada dipòsit	480	mm
Fus, factor us volum acumulació	0,85	-
n acs, rendiment sistema producció ACS	0,8	-
Potència teòrica caldera	0,13	kW

Taula 65: Càlcul de la potència de la caldera de la casa principal. Font: Pròpia

En aquest cas, passa exactament el mateix ja que tota l'aigua que es necessita per satisfer el consum en horari punta ja està acumulada, per tant no es necessita energia.

Amb això es vol dir que és necessita buscar una caldera que trigui aproximadament uns 30 minuts en acumular l'aigua als dos dipòsits.

Per tant:

- Casa principal

Es tindrà una capacitat de 150 litres d'aigua a l'acumulador, així que l'expressió que s'utilitzarà és la següent:

$$P_{Caldera} = [V_{acumulació} \cdot (T_{acumulació} - T_{AFCH})] \cdot \frac{1,16}{temps \cdot \eta_{prdACS}}$$

$$P_{Caldera} = [150 \cdot (63 - 12)] \cdot \frac{1,16}{0,5 \cdot 0,8} = 22,185Kw$$

- Casa vinculada

Es tindrà una capacitat de 150 litres d'aigua en l'acumulador, així que l'expressió que s'utilitzarà és la següent:

$$P_{Caldera} = [V_{acumulació} \cdot (T_{acumulació} - T_{AFCH})] \cdot \frac{1,16}{temps \cdot \eta_{prdACS}}$$

$$P_{Caldera} = [60 \cdot (63 - 12)] \cdot \frac{1,16}{0,5 \cdot 0,8} = 8,874Kw$$

$$P_{Total} = P_{casa principal} + P_{casa vinculada} = 22,185 + 8,874 = 31,059 Kw$$

Finalment, si s'observa la potència que es necessita per la calefacció i per l'aigua calenta sanitària, serà necessari escollir la potència més gran. En aquest cas, la caldera ha de tenir una potència de 31 Kw.

7.5. Demanda energètica

Per al càlcul de la demanda energètica de la calefacció, és necessari tenir present que només funciona d'una manera estacional, durant unes hores determinades al dia i que a Menorca la mitja ronda les 730 hores al any.

Així que a continuació s'expressa la demanda estimada de calefacció:

$$D_{calefacció} = Potència \cdot hores al any \cdot coef intermitència$$

On: *Potència*=la potència prèviament calculada de la calefacció

hores al any=consum d'hores utilitzant la calefacció

coef intermitència=un coeficient d'intermitència de 0,85

$$D_{calefacció} = 30,72 \cdot 730 \cdot 0,85 = 19061,76KWh/any$$

Pel càlcul de la calefacció, la demanda d'ACS serà la següent:

$$DACS = n^{\circ}persones \cdot demanda dia \cdot n^{\circ} dies \cdot C_p \cdot \Delta T$$

On: *n^{\circ}persones* =persones que utilitzen aigua calenta

demanda dia = litres d'aigua calenta al dia, 28 litres/dia

$n^{\circ} \text{ dies}$ = s'ha considerat els 365 dies a l'any encara que sigui poc probable

$$C_p = 1 \text{Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = (60 - 12) = 48^{\circ}\text{C}$$

$$D_{ACS} = 13 \cdot 28 \cdot 365 \cdot 1 \cdot 48 = \frac{6377280 \text{Kcal}}{\text{any}} \cdot \frac{1 \text{KWh}}{860 \text{Kcal}} = 7415,44 \text{KWh/any}$$

Un cop es tenen les dues demandes, només falta sumar-les:

$$D_{total} = D_{ACS} + D_{calefacció} = 7415,44 + 19061,76 = 26477,2 \text{KWh/any}$$

7.6. Elecció de la caldera

L'elecció final de la caldera ve determinada bàsicament per la potència requerida, el combustible utilitzat, automatització del sistema i el preu del conjunt. Tenint en compte aquests factors, s'ha optat per una caldera que utilitzi pellets i estelles. El preu de la caldera és més elevat que si només utilitzés un sol combustible, però a la llarga sortirà més rentable ja que l'estella és un producte molt més barat que el pellet.

La caldera seleccionada és del fabricant **termosun**, concretament el model *Herz firematic 35*. Proporciona un rang de potència de 6 a 35 Kw.



Figura 50: Caldera Termosun (Herz firematic 35Kw). Font: termosun.com

Aquesta caldera és una caldera especialment compacta de dimensions molt reduïdes. És una caldera ideal per aquests casos, els principals avantatges que aporta són els següents:

- Nivells d'alta eficiència testejats pels organismes europeus de control més exigents.
- Funcionament automàtic i maneig simplificat.
- Neteja d'intercanviadors totalment automatitzada.
- Graella basculant automàtica que assegura una neteja completa.
- Ampli calaix de cendres que permet intervals més amplis de neteja.
- Regulació amb modulació T-CONTROL.
- Alimentació automàtica de combustible mitjançant sistemes adaptats a totes les necessitats.
- Visualització a distància integrada de sèrie i gestió remota.
- Mínima necessitat d'espai
- Estella fins G50 M40.

7.7. Sala de calderes

La sala de calderes és on anirà ubicada la caldera, segons el RITE no existeix cap reglamentació específica sobre el dimensionat de dita sala. Però igualment, en tots els casos aquestes sales han de tenir espai per facilitar el manteniment i inclús per treure o canviar equips.

A la documentació gràfica es veu reflectida

7.7.1. Dipòsit d'inèrcia

A part de trobar la caldera ubicada, també hi haurà un dipòsit d'inèrcia per així facilitar una millor funcionalitat en la instal·lació, ja que permet funcionar a la caldera de forma regular, evitant interrupcions degudes a una demanda insuficient d'energia per part del sistema de calefacció. En aquestes condicions, en lloc de quedar bloquejada la combustió o reescalfar l'ambient, la caldera pot seguir treballant emmagatzemant energia en el dipòsit d'acumulació.

També constitueix un volant tèrmic pel sistema de calefacció i fa augmentar en gran mesura el confort de l'exercici, fent un funcionament molt més lineal. D'aquesta manera s'assegura algunes hores de calefacció inclús amb la caldera apagada. Per tant, permet que la caldera treballi amb un interval molt més llarg, optimitzant la combustió

Habitualment en les calderes de biomassa es calcula una acumulació d'uns 15l/Kw, per tant, en les presents condicions, el dipòsit d'inèrcia ha de tenir una capacitat aproximadament de 500 litres. El dipòsit seleccionat és de la marca **heatsun**, concretament el model ACR 500, amb una capacitat de 500 litres.

7.7.2. Xemeneia

En aquesta sala de calderes s'haurà d'instal·lar una xemeneia. L'evacuació dels fums es realitzarà per la coberta. Aquesta xemeneia serà de materials resistent a l'acció agressiva de productes, de la combustió i la temperatura. La xemeneia anirà situada a més d'un metre per sobre de la coberta, establert per la norma UNE 123.001.

A la documentació gràfica es veu reflectit on està situada aquesta sala de calderes, amb tots els seus elements ubicats.

7.8. Combustible necessari

Abans de tot, com ja està seleccionada la caldera, és necessari mirar quin és el seu rendiment per tornar a calcular la demanda energètica amb el rendiment que proporciona. Proporciona un 93% de rendiment, per tant:

$$CE = \frac{\text{Demanda}}{\text{rendiment caldera}} = \frac{26477,2 \text{ KWh/any}}{0,93} = 28470,10 \text{ KWh/any}$$

Per calcular la quantitat de combustible necessari, s'utilitza la següent expressió:

$$Q_{comb} = \frac{CE}{PCI}$$

On: Q_{comb} = És la quantitat de combustible necessari anual en Kg

CE = el consum energètic anual

PCI = poder calorífic inferior del combustible

El poder calorífic inferior depèn del combustible utilitzat. En aquest cas, l'estella presenta aproximadament un poder calorífic de 3,5 KWh/Kg i el pellet presenta un poder calorífic inferior de 4,9 KWh/kg aproximadament.

Per tant la quantitat necessària en Kg és:

- En el cas de pellets:

$$Q_{comb} = \frac{28470,10}{4,9} = 5810,22 \text{ Kg}$$

Els pellets tenen aproximadament un volum de 650 Kg/m^3 , per tant es necessitarà un volum de $8,94 \text{ m}^3$.

- En el cas de l'estella:

$$Q_{comb} = \frac{28470,10}{3,5} = 8134,31 \text{ Kg}$$

L'estella té aproximadament un volum de 280 Kg/m^3 , per tant es necessitarà un volum de $29,051 \text{ m}^3$.

En aquest cas, per tenir un rendiment el més òptim possible i per estalviar diners s'optarà per escollir meitat de pellets i meitat d'estelles. D'aquesta manera, també disminuiran les dimensions de volum on s'emmagatzemin els combustibles. Per tant:

$$Q_{comb} = \frac{14235,05}{4,9} + \frac{14235,05}{3,5} = 2905,11 + 4067,16 = 6972,27 \text{ Kg}$$

$$volum = \frac{2905,11}{650} + \frac{14235,05}{280} = 4,47 \text{ m}^3 + 14,53 \text{ m}^3 = 19 \text{ m}^3$$

Finalment, es necessitarà una quantitat de $6972,27 \text{ kg}$ entre pellets i estelles i un volum de 19 m^3 .

7.9. Sistema d'emmagatzematge i alimentació

El sistema d'emmagatzematge disposarà d'unes dimensions de $2,5 \times 3 \times 3$ per cobrir perfectament les necessitats. Aquest magatzem anirà just col·locat al costat de la sala de calderes.

El magatzem disposarà de les següents característiques:

- Reixa de ventilació.
- Porta d'accés.
- El terra estarà inclinat.
- Trampeta per la càrrega de combustible de pellets i estelles.

El sistema pel qual s'ha optat, tracta d'un agitador rotatiu horitzontal que anirà agafant els pellets i estelles i els transportarà a la caldera. Tot això serà proporcionat pel mateix fabricant de la caldera, **termosun**.

Aquest magatzem anirà just col·locat al costat de la sala de calderes (a la documentació gràfica es veu reflectit), just com es pot veure a la següent figura:

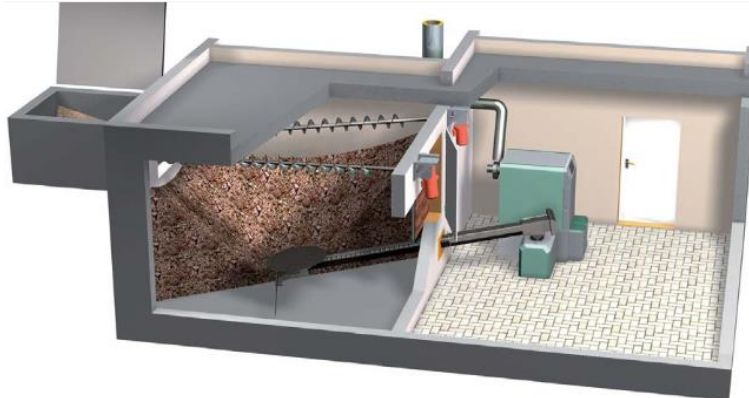


Figura 51: Magatzem del combustible de la caldera. Font: termosun.com

7.10. Dipòsits d'inèrcia pel sistema de calefacció

Es necessitaran dos dipòsits d'inèrcia, un per la casa principal i l'altre per la casa vinculada.

En total existeixen 512 m² de zona a escalfar, dels quals 233m² són de la casa principal i 279m² són de la casa vinculada.

Per tant, es necessita una potència de 13,98 Kw per la casa principal i una potència de 16,74 Kw per la casa vinculada. Com s'ha dit anteriorment, es calcula una acumulació de 15 l/Kw, així que serà necessari un dipòsit d'inèrcia de 200 litres aproximadament per la casa principal i 250 litres per la casa vinculada.

En tots dos casos del fabricant **heatsun**, per la casa principal s'ha escollit el model *heatsun ACR 200*, amb una capacitat de 200 litres i per la casa vinculada s'ha escollit el model *heatsun ACR 300*, amb una capacitat de 300 litres.

A la documentació gràfica es veu reflectit on aniran situats, però bàsicament aniran col·locats a la mateixa habitació on estan els acumuladors d'ACS.

7.11. Terra radiant

El sistema de calefacció tindrà com a objectiu escalfar tots els tubs que estaran distribuïts al terra. Els tubs es col·loquen a 3-5 cm per sota la superfície amb una separació de 7 a 30 cm entre ells, fent circular pels tubs aigua entre 30 i 40°C. De tal manera, que el terra es mantindrà calent i s'anirà obtenint calor a la casa.

A la documentació gràfica es veuran les zones que tenen terra radiant i com aniran col·locats aquests tubs.

Tots els tubs de terra radiant aniran connectats als col·lectors, que s'encarregaran d'escalfar l'aigua que contenen aquests tubs.

En aquest projecte no s'ha entrat en detall sobre el terra radiant, a l'apartat de pressupost es farà un preu estimatiu aproximat.

7.12. Sistema hidràulic de calefacció i ACS

A la documentació gràfica es troba reflectit l'esquema de funcionament de calefacció i d'ACS, amb la seva caldera biomassa i els seus respectius dipòsits d'inèrcia i acumuladors d'ACS.

Les canonades seran de polipropilè i hi hauran tots els elements necessaris nombrats pel RITE com vàlvules, equips de control, bombes recirculadores...

8. Instal·lació de ventilació

En aquesta instal·lació bàsicament el que es realitza és instal·lar aparells d'aire condicionat, ja que s'ha volgut climatitzar només algunes zones.

Per tant, no està regit per cap normativa, únicament s'ha de tenir en compte quina potència necessiten els equips.

El sistema que s'ha instal·lat és l'anomenat **aire condicionat multi Split**. Consisteix en un sistema de ventilació que utilitza gas refrigerant, mitjançant altes i baixes pressions, condensació i evaporació. Per realitzar el procés, el multi Split es divideix en dos elements principals:

- **La unitat exterior:** Aquest equip és el que es troba situat a l'exterior de l'habitatge. És molt més aparatós, ja que conté els elements essencials del procés de refrigeració: el compressor, el condensador, el ventilador i la vàlvula d'expansió. Per això, és convenient que sigui instal·lat a un espai obert i a l'aire lliure, ja que la seva activitat genera molta calor.

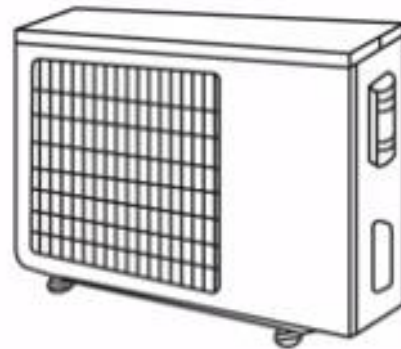


Figura 52: Unitat exterior. Font: Pròpia

El component més important és el compressor, ja que és el responsable de comprimir el gas refrigerant i augmentar la pressió per ser derivat al condensador. Per altra part, el condensador s'ocupa de convertir el gas refrigerant a estat líquid perquè a través de la vàlvula d'expansió arribi al evaporador de la unitat interior, que serà l'encarregat de llençar l'aire fred a la zona que es vol refrigerar.

Un cop realitzada aquesta funció, el gas torna pel circuit fins al compressor, que li retorna les condicions necessàries per tornar a començar el procés.

Finalment, el ventilador té la funció de refrigerar aquests dos components mitjançant la injecció de l'aire exterior.

- **La unitat interior:** Aquest equip és el que es troba situat a l'interior de l'habitatge i concretament a la zona que es vol climatitzar. Consta d'algunes parts:

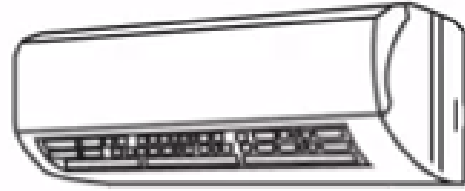


Figura 53: Unitat interior. Font: Pròpia

1- *L' evaporador:* és el dispositiu que treballa per transformar de nou el líquid refrigerat en un gas que pot ser disseminat en la zona que vol condicionar.

2- *Els filtres:* són les peces per les que passa l'aire ja condicionat abans d'arribar als usuaris per aconseguir que tingui una qualitat òptima.

3- *El termòstat:* controla la temperatura ambient i proporciona informació per a que el sistema realitzi la climatització desitjada per l'usuari.

4- *El ventilador interior:* amb funcions similars a les de la unitat exterior.

Per tant, es necessita el gas refrigerant mencionat anteriorment per realitzar la funció de climatització, i canonades de coure que transporten el fluid d'una unitat a una altra creant així un circuit tancat. També estaran interconnectades mitjançant els cables d'electricitat, i de la unitat exterior anirà connectada al circuit elèctric corresponent i finalment el tub de desguàs.

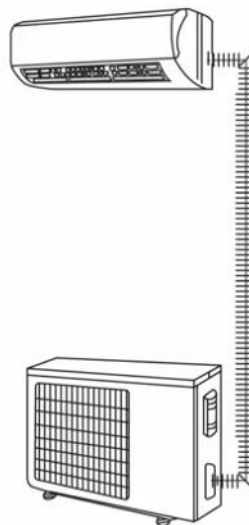


Figura 54: Esquema de connexió entre la unitat interior i exterior. Font: Pròpia

S'ha decidit posar aire condicionat a zones molt concretes, ja que és un element que té un gran consum d'electricitat. A la casa principal anirà col·locat a les següents zones:

- Dormitori 2: amb una superfície de 15,65 m².
- Dormitori 3: amb una superfície de 22,97 m².

En el cas de la casa vinculada, a les següents zones:

- Dormitori 1: amb una superfície de 22,67 m².
- Dormitori 2: amb una superfície de 13,16 m².

Per determinar els equips d'aire condicionat per a les zones que han de ser refrigerades, es realitzaran uns petits càlculs per determinar la potència de cadascun. La unitat utilitzada per mesurar l'absorció d'energia tèrmica és la frigoria. Aquesta unitat indica el número de kilocalories que és capaç d'absorbir en una hora.

En el càlcul de frigories intervenen nombrosos factors com la zona climàtica, l'orientació, el numero de finestres, l'aïllament...

Per això, s'ha realitzat un càlcul orientatiu i aproximat, utilitzant com a base 100 frigories per metre quadrat. I finalment per saber la potència, una frigoria equival a 1,163 W. Per tant, la potència que es necessitarà per les zones a refrigerar és:

- **Casa principal:**

- Dormitori 2: 1565 frigories → 1,82 Kw
- Dormitori 3: 2297 frigories → 2,67 Kw

- **Casa vinculada:**

- Dormitori 1: 2267 frigories → 2,64 Kw
- Dormitori 2: 1316 frigories → 1,53 Kw

Un cop ja coneguda la potència necessària, s'hauran de seleccionar els equips en funció d'aquesta potència.

❖ Equips d'unitat interior

Basat en el fabricant **LG**, que proporciona diferents equips en funció de la potència necessària:

INTERIOR				MS05SQ NWO	MS07SQ NWO	MS09SQ NBO	MS12SQ NBO	MS15SQ NBO	MS18SQ NCO	MS24SQ NCO
Capacidad	Refrig/Calef	Nom	kW	1,5 / 1,6	2,1 / 2,3	2,6 / 2,9	3,5 / 3,9	4,2 / 5,4	5,3 / 5,8	6,7 / 7,5
Consumo		Nom	W	20	20	20	20	20	40	60
Corriente funcionamiento		Nom	A	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Alimentación eléctrica		Ø / V / Hz		1 / 220-240 / 50	1 / 220-240 / 50	1 / 220-240 / 50	1 / 220-240 / 50	1 / 220-240 / 50	1 / 220-240 / 50	1 / 220-240 / 50
Caudal de aire		Alto / Medio / Bajo	m³/min	8,1 / 6,9 / 6,3	8,1 / 6,9 / 6,3	7,0 / 6,5 / 6,0	9,5 / 9,0 / 8,5	10,5 / 9,0 / 7,0	16,2 / 14,2 / 12,3	20,4 / 17,0 / 13,2
Presión sonora	Refrigeración	Alto / Medio / Bajo	dBA	36 / 30 / 27	36 / 30 / 27	34 / 31 / 27	39 / 36 / 31	43 / 39 / 34	37 / 33 / 28	42 / 39 / 36
Tasa deshumidificación			l/h	0,9	0,9	1,1	1,2	1,2	1,9	2,6
Dimensiones	Cuerpo	An x Al x F	mm	756 x 270 x 190	756 x 270 x 190	895 x 289 x 215	895 x 289 x 215	895 x 289 x 215	1030 x 325 x 255	1030 x 325 x 255
Peso neto	Cuerpo		kg	7,2	7,2	9,0	9,0	9,0	13,0	13,0
Conexiones tuberías	Líquido		mm	Ø6,35 (1/4)	Ø6,35 (1/4)	Ø6,35 (1/4)	Ø6,35 (1/4)	Ø6,35 (1/4)	Ø6,35 (1/4)	Ø6,35 (1/4)
	Gas		mm	Ø9,52 (3/8)	Ø9,52 (3/8)	Ø9,52 (3/8)	Ø9,52 (3/8)	Ø9,52 (3/8)	Ø12,7 (1/2)	Ø12,7 (1/2)

Taula 66: Diferents models d'unitats d'interior. Font: lg.com

- Casa principal:
 - Dormitori 2: S'ha escollit l'equip interior del fabricant LG el model **MS07SQ NWO** que proporciona una capacitat de 2,1 Kw per refrigeració.
 - Dormitori 3: S'ha escollit l'equip interior del fabricant LG el model **MS09SQ NBO** que proporciona una capacitat de 2,6 Kw per refrigeració.
- Casa vinculada:
 - Dormitori 1: S'ha optat per l'equip interior del fabricant LG el model **MS09SQ NBO** que proporciona una capacitat de 2,6 Kw per refrigeració.
 - Dormitori 2: S'ha optat per l'equip interior del fabricant LG el model **MS05SQ NWO** que proporciona una capacitat de 1,5 Kw per refrigeració.

❖ Equips d'unitat exterior

Es buscarà tenir el mínim d'equips exteriors, amb això es vol dir, el fet d'intentar seleccionar una unitat exterior que pugui satisfer les necessitats dels dos equips interiors de cada casa.

Per tant, per la casa principal es buscarà una unitat exterior que pugui produir una capacitat de 4,7 Kw i en el cas de la casa vinculada una capacitat de 4,1 Kw.

LG proporciona uns equips exteriors amb les característiques exactes que s'estan buscant:

EXTERIOR				MU2M15 UL4	MU2M17 UL4
Compresor	Tipo			Rotativo Doble	Rotativo Doble
Capacidad	Refrigeración	Min / Nom / Min	kW	0.88 ~ 4.10 ~ 4.72	0.88 ~ 4.69 ~ 5.39
	Calefacción	Min / Nom / Min	kW	0.97 ~ 4.69 ~ 5.39	0.97 ~ 5.28 ~ 5.69
Consumo	Refrigeración*	Min / Nom / Min	kW	0.23 ~ 1.00 ~ 1.38	0.23 ~ 1.25 ~ 1.70
	Calefacción*	Min / Nom / Min	kW	0.24 ~ 1.07 ~ 1.45	0.24 ~ 1.20 ~ 1.65
Corriente funcionamiento	Refrigeración*	Min / Nom / Min	A	1.1 ~ 4.6 ~ 6.4	1.1 ~ 5.6 ~ 7.9
	Calefacción*	Min / Nom / Min	A	1.1 ~ 4.9 ~ 6.7	1.1 ~ 5.5 ~ 7.6

Taula 67.Equips d'unitat exterior. Font:lg.com

En el cas de la casa principal, el model *MU2M17 UL4* que proporciona una capacitat de 4,7 Kw i en el cas de la casa vinculada el model *MU2M15 UL4* que proporciona una capacitat de 4,1 Kw.

A la documentació gràfica es veu reflectit on van col·locats exactament les unitats exteriors i interiors i els diàmetres de les canonades de coure.

9. Instal·lació elèctrica

La instal·lació elèctrica té com a objectiu satisfer les necessitats que tindran els usuaris de les cases.

Al tractar-se d'un habitatge aïllat, el subministrament i la generació d'energia elèctrica van a càrrec propi, complint els requisits de subministrament a 230/400 V. El subministrament elèctric de l'habitatge serà directe de la planta generadora solar de la mateixa casa, sense connexió amb la xarxa. Per tant, el mateix propietari de l'habitatge és el propietari de la generació.

La generació serà a 230 V monofàsics a 50 Hz de freqüència.

9.1. Normativa

La normativa i reglamentació adoptada per la elaboració del present projecte ha estat:

- Reglament electrotècnic de baixa tensió (REBT 2002) publicat en el BOE 18/11/02.
- Instruccions tècniques complementaries (ITC) del REBT 2002 publicades en el suplement del BOE núm. 224 del 18/11/02.
- Normes UNE referenciades en el REBT 2002.
- Recomanacions de les entitats d'inspecció i control.
- Reglament de seguretat, salut i higiene en el treball.

9.2. Generació d'energia elèctrica

Per la generació d'energia elèctrica s'ha decidit fer un predisseny de la instal·lació solar. S'ha utilitzat el software anomenat *Sunny Design*, al apartat d'annexos es troba contemplat tot el predisseny.

Però bàsicament serà una instal·lació que pugui evastir uns 31 Kw aproximadament ja que és la potència prevista que necessita l'habitatge. (Més endavant es troba el càlcul de potència de càrregues on allà queda justificat aquesta potència).

Les característiques seran les següents:

- Es necessitaran un total de 78 mòduls fotalvotaics.
- Tres inversors que generen una potència total de 31,2 Kw
- 9 bateries encarregades d'acumular l'energia.

Els mòduls fotalvotaics s'ha optat per col·locarlos al terra ja que tenim espai de sobres, per tant es menysprearan les pèrdues d'ombres.

Tant els inversors, com les bateries aniran col·locades a un petita local que l'anomenarem caseta solar.

També s'ha tingut en compte l'existència d'un grup electrogen de 15 KVA per si en algun moment es necessites com element de suport.

A la documentació gràfica es veura reflectit on aniran col·locats tots els elements mencionats anteriorment.

9.3. Previsió de càrregues i potencia de l'habitatge

L'objectiu de la previsió de càrregues és calcular la potència màxima que pot consumir l'habitatge. En aquest cas, es realitzarà una previsió de càrregues de la casa principal, de la casa vinculada i de la sala de màquines.

La casa principal s'ha decidit independitzar-la en dues parts, per tant hi hauran dos quadres de distribució. Quedarà dividit en casa principal part gran i casa principal part petita. S'ha decidit fer d'aquesta manera pel simple fet de fer dos subministres monofàsics en comptes d'un subministrament trifàsic. A part, s'ha cregut que el fet d'individualitzar sempre serà positiu de cara a un futur i també facilita a nivell de reparacions.

A priori, pel simple fet de que la casa principal part gran i la casa vinculada facin més de 160 m², significarà que seran d'un grau d'electrificació elevada, per tant, com a mínim tindran una potència màxima de 9,2 Kw.

Per justificar la càrrega dels habitatges s'ha realitzat de dues formes:

- La primera forma és determinar la potència dels circuits segons la ITC-BT-25 pel que refereix a punts d'utilització, seccions mínimes dels conductors, proteccions, diàmetres de tubs, etc. En aquesta part s'apliquen uns factors d'utilització i simultaneïtat per cada circuit regits per la normativa.
- L'altra que és determinar la potencia real prevista pels habitatges. Comparant amb una instal·lació connectada a xarxa, aquesta previsió equivaldria a la realitzada per saber la potència contractada. Per tant, un cop ja coneguda la potència necessària es podrà determinar quin grau d'electrificació serà concretament. Per aquesta part es necessita saber quina potència mitja tenen les càrregues reals dels circuits, per això s'ha especificat de forma general els següents circuits:

- *Il·luminació interior de l'habitatge: 15W*
- *Carregues a endolls generals, de banys i de cuina: 800 W*
- *Cuina i forn: 2000 W*
- *Rentadora i rentaplats: 1500 W*
- *Assecadora: 2000W*
- *Il·luminació exterior: 25 W*

Abans de fer el càlcul de la previsió de càrregues, tocarà fer el dimensionat dels punts d'utilització a tenir en compte a la taula 2 de la ITC-BT-25.

A la documentació gràfica es veuran reflectits tots els punts d'utilització que s'han posat.

- Casa principal part gran

A continuació, es mostra la previsió de càrregues per la casa principal part gran. En aquesta previsió, a part de tenir en compte els circuits interiors de la casa, també s'ha contemplat un circuit d'il·luminació exterior, regit per la ITC-BT-09, on diu que la potència total és:

$$P_{total} = 1,8 \cdot Plampada \cdot \cos(0,9)$$

Per tant, com es podrà comprovar a continuació aplicant aquesta equació s'obtindrà el resultat de la potencia total de la làmpada.

Com s'ha dit anteriorment, primer es mostrarà la previsió de càrregues de cada circuit aplicant tots els factors i nomenclatures que venen regides per la ITC-BT-25 i després la previsió de càrregues real per aquest cas.

Nº Circuit	Circuit	Nº punts	Potència prevista(W)	Fs	Fu	Potència total prevista(W)
C1	Il·luminació Planta Baixa	26	200	0,75	0,5	1950
C2	Endolls Planta Baixa	20	3450	0,2	0,25	3450
C3	Cuina i Forn	2	5400	0,5	0,75	4050
C4.1	Rentadora	1	3450	1	0,75	2587,5
C4.2	Rentaplats	1	3450	1	0,75	2587,5
C5	Endolls Banys PB, cuina, i safareig	6	3450	0,4	0,5	4140
C6	Il·luminació Primera Planta	12	200	0,75	0,5	900
C7	Endolls Menjador i Primera Planta	18	3450	0,2	0,25	3105
C9	Aire condicionat	-	4700	-	-	4700
C10	Assecadora	1	3450	1	0,75	2587,5
C12	Endolls Banys Primera Planta	3	3450	0,4	0,5	2070
IE	Il·luminació exterior	11	180	1	0,5	990

Taula 68: Previsió de càrregues potències dels circuits casa principal part gran. Font: Pròpia

I ara a continuació, es calcula la previsió de càrregues real de l'habitatge tenint en compte el mateix format però amb les càrregues reals que han estat especificades anteriorment:

Nº Circuit	Circuit	Nº punts	Potència prevista(W)	F _s	F _u	Potència total prevista(W)
C1	Il·luminació Planta Baixa	26	15	0,75	0,5	146,25
C2	Endolls Planta Baixa	20	800	0,2	0,25	800
C3	Cuina i Forn	2	2000	0,5	0,75	1500
C4.1	Rentadora	1	1500	1	0,75	1125
C4.2	Rentaplats	1	1500	1	0,75	1125
C5	Endolls Banys PB, cuina, i safareig	6	800	0,4	0,5	960
C6	Il·luminació Primera Planta	12	15	0,75	0,5	67,5
C7	Endolls Menjador i Primera Planta	18	800	0,2	0,25	720
C9	Aire condicionat	--	4700	--	--	4700
C10	Assecadora	1	2000	1	0,75	1500
C12	Endolls Banys Primera Planta	3	800	0,4	0,5	480
IE	Il·luminació exterior	11	45	1	0,5	247,5
						13371,25

Taula 69: Previsió de càrregues real de la casa principal part gran. Font: Pròpia

Per tant, un cop sumats tots els circuits amb els seus factors d'utilització i simultaneïtat la casa principal part gran tindrà una potència prevista real de 13,37KW.

- Casa principal part petita

El procediment que es realitzarà serà pràcticament el mateix que el de la casa principal, en aquesta casa a part de tenir els circuits interiors de l'habitatge també hi haurà un circuit d'il·luminació exterior.

A més a més, en aquesta previsió es tindrà en compte l'instal·lació d'aigües grises, ja que l'equip es troba ubicat molt a prop d'aquest habitatge i anirà connectat a aquesta casa.

A continuació, es mostra la taula de previsió de carrega dels circuits:

Nº Circuit	Circuit	Nº punts	Potència prevista(W)	F _s	F _u	Potència total prevista(W)
C1	Il·luminació	11	200	0,75	0,5	825
C2	Endolls	14	3450	0,2	0,25	2415
C3	Cuina i Forn	2	5400	0,5	0,75	4050
C4.2	Rentaplats	1	3450	1	0,75	2587,5
C5	Endolls Banys i Cuina	6	3450	0,4	0,5	4140
IE	Il·luminació exterior	8	180	1	0,5	720
AG	Aigües grises	--	890	--	--	890

Taula 70: Previsió de càrregues potències dels circuits de la casa principal part petita. Font: Pròpia

I ara a continuació, es calcula la previsió de càrregues real de l'habitatge tenint en compte el mateix format però amb les càrregues reals que han estat especificades anteriorment:

Nº Circuit	Circuit	Nº punts	Potència prevista(W)	F _s	F _u	Potència total prevista(W)
C1	Il·luminació	11	15	0,75	0,5	61,875
C2	Endolls	14	800	0,2	0,25	560
C3	Cuina i Forn	2	2000	0,5	0,75	1500
C4.2	Rentaplats	1	1500	1	0,75	1125
C5	Endolls Banys i Cuina	6	800	0,4	0,5	960
IE	Il·luminació exterior	8	45	1	0,5	180
AG	Aigües grises	--	890	1	0,25	222,5
						4609,375

Taula 71: Previsió de càrregues real de la casa principal part petita. Font: Pròpia

Per tant, un cop sumats tots els circuits amb els seus factors d'utilització i simultaneïtat la casa principal part gran tindrà una potència prevista real de 4,61 Kw.

- Casa vinculada

Per la casa vinculada, es farà exactament el mateix que en els anteriors casos, a més a més, a aquesta casa és subministrarà il·luminació exterior i també el connexionat de l'equip d'aigües grises.

A continuació es mostra la previsió de càrrega dels circuits:

Nº Circuit	Circuit	Nº punts	Potència prevista(W)	Fs	Fu	Potència total prevista(W)
C1	Il·luminació general	17	200	0,75	0,5	1275
C2	Endolls generals	15	3450	0,2	0,25	2587,5
C3	Cuina i Forna	2	5400	0,5	0,75	4050
C4.1	Rentadora	1	3450	1	0,75	2587,5
C4.2	Rentaplats	1	3450	1	0,75	2587,5
C5	Endolls cuina	3	3450	0,4	0,5	2070
C6	Il·luminació menjador i sales	20	200	0,75	0,5	1500
C7	Endolls Menjador i sales	14	3450	0,2	0,25	2415
C9	Aire acondicionat	--	4100	--	--	4700
C12	Endolls Banys	4	3450	0,4	0,5	2760
IE	Il·luminació exterior	17	180	1	0,5	1530
AG	Aigües grises	--	890	--	--	890

Taula 72: Previsió de càrregues potències dels circuits de la casa vinculada. Font: Pròpia

Ara a continuació, es calcula la previsió de càrregues real de l'habitatge tenint en compte el mateix format però amb les càrregues reals que han estat especificades anteriorment:

Nº Circuit	Circuit	Nº punts	Potència prevista(W)	F _s	F _u	Potència total prevista(W)
C1	Il·luminació general	17	15	0,75	0,5	95,625
C2	Endolls generals	15	800	0,2	0,25	600
C3	Cuina i Forn	2	2000	0,5	0,75	1500
C4.1	Rentadora	1	1500	1	0,75	1125
C4.2	Rentaplats	1	1500	1	0,75	1125
C5	Endolls cuina	3	800	0,4	0,5	480
C6	Il·luminació menjador i sales	20	15	0,75	0,5	112,5
C7	Endolls Menjador i sales	14	800	0,2	0,25	560
C9	Aire acondicionat	--	4100	--	--	4100
C12	Endolls Banys	4	800	0,4	0,5	640
IE	Il·luminació exterior	17	45	1	0,5	382,5
AG	Aigües grises	--	890	--	0,25	222,5
						10943,125

Taula 73: Previsió de càrregues real de la casa vinculada. Font: Pròpia

Per tant, un cop sumats tots els circuits amb els seus factors d'utilització i simultaneïtat la casa principal part gran tindrà una potència prevista real de 10,94 KW.

- Sala de màquines

La previsió de càrregues de la sala de màquines bàsicament consta en sumar les potències dels elements que hi constaran, en aquest cas bombes, potabilitzadora i caldera biomassa.

Es mostra la taula per la previsió de càrrega dels circuits:

Nº Circuit	Circuit	Nº punts	Potència prevista(W)	F _s	F _u	Potència total prevista(W)
PT	Potabilitzadora	--	2700	--	--	2700
BH	Bombes hidràuliques	--	4000	--	--	4000
CB	caldera biomassa	--	2000	--	--	2000
IL	Il·luminació de la sala	2	200	0,75	0,5	150

Taula 74: Previsió de càrregues potències dels circuits de la sala de màquines. Font: Pròpia

No s'apliquen factors ja que es coneixen exactament les potències d'aquests aparells, degut a que es troben a les fitxes tècniques de cadascun d'ells. S'han hagut de contemplar a plena càrrega per poder després escollir correctament les proteccions.

En canvi, per la previsió de càrregues reals s'aplicaran uns factors, ja que mai funcionaran en plena càrrega:

Nº Circuit	Circuit	Nº punts	Potència prevista(W)	F _s	F _u	Potència total prevista(W)
PT	Potabilitzadora	--	2700	--	0,1	270
BH	bombes hidràuliques	--	4000	--	0,25	1000
CB	caldera biomassa	--	2000	--	0,25	500
IL	Il·luminació de la sala	2	200	0,75	0,5	100
						1870

Taula 75: Previsió de càrregues real de la sala de màquines. Font: Pròpia

9.4. Potència total prevista

Per tant, un cop calculades les previsions de càrrega, per saber la potència prevista real s'hauran de sumar totes les potències. Per tant:

$$P_{prevista} = 13,37 Kw + 4,61Kw + 10,94Kw + 1,87Kw = 30,79 KW$$

Aquesta serà la potència que hauran de generar els inversors per poder satisfer les necessitats.

9.5. Grau d'electrificació dels habitatges

Seguint el Reglament Electrotècnic per a baixa tensió apartat ITC-BT-10, la càrrega màxima per habitatge depèn del grau d'utilització que es desitgi adquirir, entre aquests graus es poden diferenciar dos:

Electrificació	Potència a 230V	Calibre IGA
Bàsica	5750 W	25 A
	7360 W	32 A
Elevada	9200	40 A
	11500	50 A
	14490	63 A

Taula 76: Grau d'electrificació dels habitatges en subministrament monofàsic. Font: Pròpia

- L'electrificació bàsica és la necessària per la cobertura de possibles necessitats d'utilització primàries sense necessitat d'obres posteriors d'adequació. Permet la utilització dels aparells elèctrics d'ús comú a l'habitatge. Permet la instal·lació dels 5 circuits principals.
- L'electrificació elevada és la corresponent a habitatges amb una previsió d'utilització d'aparells electrodomèstics superior a la electrificació bàsica o amb una previsió d'utilització de:
 - Superfície útil de l'habitatge major a $160 m^2$.
 - Si està prevista la instal·lació de sistemes de aire condicionat o calefacció elèctrica.
 - Si està prevista la instal·lació de sistemes domòtics.
 - Si està prevista la instal·lació de una assecadora.
 - Si el nombre de punts d'enllumenat és superior a 30.
 - El nombre de presses de corrent és superior a 20.
 - El nombre de presses de corrent als banys i cuina és superior a 6.

Per tant, a continuació s'especifica i es justifica quin grau d'electrificació tindrà cada casa en funció de la potència prevista que s'ha calculat anteriorment:

- **Casa principal part gran**

Per la casa principal part gran, s'ha calculat que té una potència prevista de 13,37 Kw. Per tant el grau d'electrificació és elevat per dos motius:

1. La potencia prevista és més gran que les potències del grau d'electrificació bàsica.
2. Es compleixen algunes de les condicions per ser grau elevat.

Per tant, per determinar quin dels tres tipus de grau d'electrificació elevat, s'ha d'elegir el que superi la potència prevista, ja que la potencia prevista o contractada mai pot ser superior a la potència màxima de la instal·lació. Així que, la casa principal part gran serà de grau d'electrificació elevat amb una potència màxima de subministrament monofàsic de 14490 amb un interruptor general automàtic (IGA) de 63 A.

- **Casa principal part petita**

Per la casa principal part petita, s'ha calculat que té una potència prevista de 4,9 Kw. El grau d'electrificació és elevat ja que:

1. La potència prevista és inferior a les potències del grau d'electrificació bàsic.
2. No es compleix cap condició per ser grau elevat.

Així que, la casa principal part petita el grau d'electrificació serà bàsic amb una potència màxima en subministrament monofàsic de 5750 amb un interruptor general automàtic (IGA) de 25 A.

- **Casa vinculada**

Per la casa vinculada, s'ha calculat que té una potència prevista de 10,94 Kw. Per tant el grau d'electrificació és elevat per dos motius:

1. La potencia prevista es mes gran que les potències del grau d'electrificació bàsica.
2. Es compleixen algunes de les condicions per ser grau elevat.

Així que, la casa vinculada el grau d'electrificació serà elevat amb una potència màxima de subministrament monofàsic de 11500W amb un interruptor general automàtic (IGA) de 50 A.

- Sala de màquines

La sala de màquines té una potència prevista de 1,87 Kw, en aquest cas com no és un habitatge no ve determinat per un grau d'electrificació, per tant, cal posar un interruptor general que proporcioni una potència superior.

A part d'això, les potències de les bombes en càrrega màxima són més grans que la potència prevista, per tant s'ha de posar un interruptor com a mínim per suplir la potència de les bombes. La intensitat de les bombes a plena càrrega és de 4 Kw, per tant, la potència màxima de subministrament monofàsic és de 4600 W amb un interruptor general automàtic de 20 A.

9.6. Instal·lació d'enllaç

Com en aquest cas no es disposa de xarxa de connexió elèctrica, l'estudi no pot estar regit per la ITC-BT-12 que parla sobre les instal·lacions d'enllaç, sinó que ha d'estar basat en la ITC-BT-40.

En aquesta ITC-BT-40 una petita part parla sobre les instal·lacions generadores aïllades.

En el cas de les instal·lacions generadores aïllades, les instal·lacions de connexió, contenen únicament els elements de connexió a la instal·lació de consum, ja que els de connexió a la xarxa, no hi ha ni per a la instal·lació generadora, ni per a la receptora o de consum .

Per tant, la instal·lació del projecte en qüestió constarà d'un quadre general de protecció ubicat a la sala de generació i d'aquest quadre sortiran derivacions individuals que aniran en direcció a les cases i a la sala de màquines.

Per tant, constarà de 4 derivacions individuals, ja que s'haurà d'alimentar a la casa principal part gran, a la casa principal part petita, a la casa vinculada i finalment a la sala de màquines.

Per tant, s'optarà per un quadre general ubicat a la sala de generació i 4 subquadres a les respectives cases i sala de màquines.

Més endavant es detallaran les proteccions que ha de contenir cada quadre.

A la documentació gràfica es pot veure reflectida la ubicació dels quadres amb les seves respectives derivacions individuals.

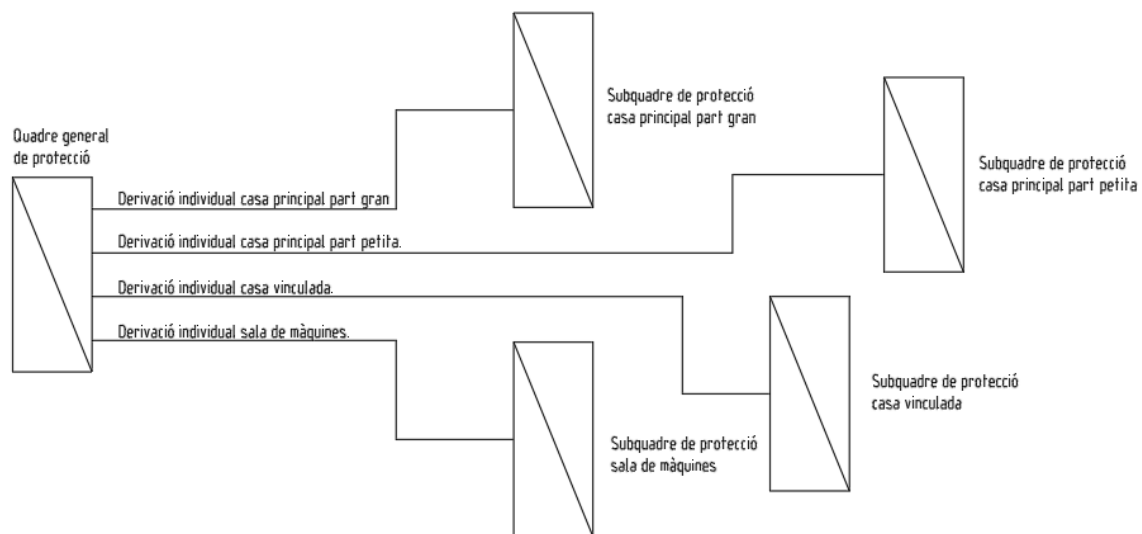


Figura 55: Esquema Instal·lació d'enllaç. Font: Pròpia

9.6.1. Quadre general de protecció

Aquest quadre de protecció general, com s'ha dit anteriorment es trobarà situat a la caseta solar, bàsicament el que farà és protegir els circuits que hi hauran a continuació. Estarà compost per un interruptor magneto tèrmic del mateix calibre o superior a la instal·lació a protegir, i un interruptor diferencial amb el calibre igual o superior que l'interruptor magnetotèrmic.

Els calibres dels interruptors magneto tèrmics i interruptors diferencials normalitzats són els següents:

-*Interruptors magnetotèrmics:* 1,5-3-3,5-6-10-16-20-25-32-40-50-63-80-100-125 A.

-*Interruptors diferencials:* 6-10-16-20-25-32-40-63-80-100 A.

- Per la casa principal part gran es posarà un magnetotèrmic de 63 A i un diferencial de 63 A amb una sensibilitat de 300 mA.
- Per la casa principal part petita es posarà un magnetotèrmic de 25 A i un diferencial de 25 A amb una sensibilitat de 300 mA.
- Per la casa vinculada es posarà un magnetotèrmic de 50A i un diferencial de 63 A amb una sensibilitat de 300mA.

- Per la sala de màquines es posarà un magnetotèrmic de 20 A i un diferencial de 20 A amb una sensibilitat de 300 mA

El fet de posar els interruptors diferencials d'una sensibilitat de 300 mA, és perquè els diferencials que aniran col·locats als subquadres dels habitatges seran de 30 mA, per tant sempre que hi hagi interruptors diferencials aigües a dalt, aquests han de ser de major sensibilitat.

A la documentació gràfica es veurà reflectit un esquema unifilar amb els components nombrats anteriorment.

Els elements seran seleccionats pel fabricant **Legrand o Scheneider**.

A la documentació gràfica es veu reflectit un esquema unifilar d'aquest quadre

9.6.2. Derivació individual

Com s'ha dit anteriorment, la derivació individual comença en el quadre general de la sala de generació i acaba a l'arribar al subquadre pertanyent de cada habitatge.

La derivació individual estarà regida per la ITC-BT-15, ja que detalla tota la informació necessària sobre derivacions individuals.

Primer de tot, els cables arribaran sota tubs enterrats, per tant, l'aïllament serà de tensió assignada 0,6/1 KV.

Els cables seran bipolars, és a dir, fase + neutre, el conductor serà el RZ1-K (AS) amb una tensió assignada de 0,6/1KV tal com s'obliga. Al ser un cable de coure RZ1-K (AS), el seu aïllant és el XLPE.

Per tant, per al càlcul de secció dels conductors es tindrà en compte la ITC-BT-19 i els següents requisits a contemplar:

- La demanda prevista de potència.
- La caiguda de tensió no pot superar el 3%.
- La secció mínima és de 6 mm.

A continuació, es procedeix a calcular totes les derivacions individuals:

- Casa principal part gran

Per la casa principal part gran, existeix una potència de 13,37 Kw, per tant, s'obté un IGA de 63 A. El que vol dir que a l'hora de fer els càlculs s'ha de tenir en compte la potència màxima instal·lada, que en aquest cas són 14490 KW, ja que el conductor ha de poder suportar aquesta intensitat.

Sabent que el conductor ha de poder suportar 63 A, que el cable és de coure concretament el RZ1-K (AS) , amb aïllant XLPE, monofàsic, i que va enterrada, per tant com a nomenclatura és un D1, es pot determinar la secció del conductor mirant la taula 4 de la ITC-BT-19.

De primeres, s'optarà per una secció de 10 mm, ja que la de 6 mm només pot suportar 53 A.

Un cop escollida la secció del conductor, s'ha de comprovar si la caiguda de tensió és inferior al 3%, perquè en el cas que sigui superior s'hauria d'escollir un cable amb una secció més gran.

La fórmula que s'utilitza és la següent:

$$\varepsilon (\%) = \frac{200 * \rho * L}{S * V^2} * P$$

On:

ρ : És la resistivitat de l'aïllant, en aquest cas com és XLPE és 1/44.

L : És la longitud del cable que en aquest cas és de 80,55 metres.

V : el voltatge que en aquest cas és 230 perquè és monofàsic.

P : La potència màxima prevista que és 14490 W.

Per tant, amb una secció de 10 mm la caiguda de tensió és de 10,02 %, el que farà escollir un cable amb una secció més gran. El cable elegit serà de 35 mm² amb una caiguda de tensió de 2,86%. Un cop coneguda la secció del conductor, faltaria saber el diàmetre del tub. Si s'observa la taula F de la ITC-BT-15, per una secció de 35 mm² es necessita un tub de XLPE (polietilè reticulat) de 63 mm.

- Casa principal part petita

Per la casa principal part petita existeix una potència de 4,61 Kw, per tant, s'obté un IGA de 25 A amb una potència màxima de 5750 W. Per tant, el conductor ha de poder suportar 25 A.

Seguidament, fent el mateix procediment que s'ha aplicat a la casa principal part gran, ja que el conductor tindrà les mateixes propietats que el conductor, serà de:

$$\varepsilon (\%) = \frac{200 * \rho * L}{S * V^2} * P$$

On:

ρ : És la resistivitat de l'aïllant, en aquest cas com és XLPE és 1/44.

L : És la longitud del cable que en aquest cas és de 102,14 metres.

V : El voltatge que en aquest cas és 230 perquè és monofàsic.

P : La potència màxima prevista que és 5750.

El conductor és de 25 mm² amb una caiguda de tensió de 2,02 %. El diàmetre del tub és de 63 mm de XLPE.

- Casa vinculada

A la casa vinculada existeix una potència de 10,94 Kw, per tant, s'obté un IGA de 50 A amb una potència màxima de 11500 W. Per tant, el conductor ha de poder suportar 50 A d'intensitat.

El procediment aplicat serà el mateix que ens els altres casos:

$$\varepsilon (\%) = \frac{200 * \rho * L}{S * V^2} * P$$

On:

ρ : És la resistivitat de l'aïllant, en aquest cas com és XLPE és 1/44.

L : És la longitud del cable que en aquest cas és de 52,44 metres.

V : El voltatge que en aquest cas és 230 perquè és monofàsic.

P : La potència màxima prevista que és 11500 W.

El conductor és de 25 mm² amb una caiguda de tensió de 2,07%. El diàmetre del tub és de 63 mm de XLPE.

- Sala de màquines

Per a la sala de màquines la potència que existeix és de 1,87 Kw i una potència màxima prevista de 4600 W, ja que hi ha un interruptor magnetotèrmic de 20 A.

Encara que no sigui un habitatge, el cable conductor tindrà les mateixes característiques, per tant el procediment serà el mateix:

$$\varepsilon (\%) = \frac{200 * \rho * L}{S * V^2} * P$$

On:

ρ : És la resistivitat de l'aïllant, en aquest cas com és XLPE és 1/44.

L : És la longitud del cable que en aquest cas és de 45,72 metres.

V : El voltatge que en aquest cas és 230 perquè és monofàsic.

P : La potència màxima prevista que és 4600 W.

El conductor és de 10 mm² amb una caiguda de tensió de 1,81%. El diàmetre del tub és de 50 mm de XLPE.

9.6.3. Subquadres dels habitatges

Com s'ha dit anteriorment, la distribució es fa amb 4 derivacions individuals, i cada derivació anirà a un subquadre.

Aquests subquadres estaran compostats dels següents elements:

- Un interruptor general automàtic (IGA) que disposi al mateix temps de proteccions de sobretensions permanents i transitòries, d'aquesta manera hi ha una reducció de costos.
- Un interruptor diferencial (ID), que tant per electrificació bàsica com per electrificació elevada es col·locarà, com a mínim, un ID per cada 5 circuits instal·lats.
- Finalment, també es trobaran els petits interruptors automàtics (PIA), que es disposarà un per cada circuit.

9.6.3.1. Característiques dels circuits

Tenint en compte els diferents punts anomenats anteriorment, i segons el REBT i la ITC-BT-25, es coneixen quins són els circuits mínims i els mínims punts d'utilització per estança, per tant els circuits utilitzats han estat els següents:

- **Casa principal part gran**
 - Circuit C1: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar els punts d'il·luminació de la planta baixa.
 - Circuit C2: Circuit de distribució interna, destinat a preses de corrent d'ús general i frigorífic de la planta baixa.
 - Circuit C3: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar la cuina i forn.
 - Circuit C4: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar la rentadora, rentaplats i termo elèctric. El circuit C4 es pot subdividir en tres:
 - C4.1: circuit de distribució interna de la rentadora.
 - C4.2: Circuit de distribució interna del rentaplats.

-C4.3: Circuit de distribució interna del termo elèctric.

En el cas de la casa principal part gran, hi hauran el C4.1 i C4.2, ja que termo elèctric no hi haurà degut a que és per mitjà de biomassa. Encara que el circuit C4 es divideix compta com un sol circuit.

- Circuit C5: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar preses de corrent dels banys i de les bases auxiliars de la cuina de la planta baixa.
- Circuit C6: Circuit addicional del tipo C1, destinat a alimentar punts de llum de la primera planta.
- Circuit C7: Circuit addicional del tipo C2, destinat a preses de corrent del menjador i primera planta.
- Circuit C9: Circuit de distribució interna, destinat a la instal·lació d'aire condicionat.
- Circuit C10: circuit de distribució interna destinat a la instal·lació d'una assecadora independent.
- Circuit C12: Circuit addicional del tipo C5, destinat a preses de corrent dels banys de la primera planta.
- Circuit IE: Circuit destinat a la il·luminació exterior de la casa.

- **Casa principal part petita**

- Circuit C1: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar els punts d'il·luminació de la casa.
- Circuit C2: Circuit de distribució interna, destinat a preses de corrent d'ús general i frigorífic de la casa.
- Circuit C3: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar la cuina i forn.
- Circuit C4: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar la rentadora, rentaplats i termo elèctric. El circuit C4 es pot subdividir en tres:
 - C4.1: circuit de distribució interna de la rentadora.
 - C4.2: Circuit de distribució interna del rentaplats.
 - C4.3: Circuit de distribució interna del termo elèctric.

En el cas de la casa principal part petita, hi haurà únicament el C4.1.

- Circuit C5: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar preses de corrent dels banys i de les bases auxiliars de la cuina de la planta baixa.
- Circuit IE: Circuit destinat a la il·luminació exterior de la casa.
- Circuit AG: Circuit destinat a alimentar la instal·lació d'aigües grises.

- Casa vinculada

- Circuit C1: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar els punts d'il·luminació generals de la casa.
- Circuit C2: Circuit de distribució interna, destinat a preses de corrent d'ús general i frigorífic de la casa.
- Circuit C3: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar la cuina i forn.
- Circuit C4: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar la rentadora, rentaplats i termo elèctric. El circuit C4 es pot subdividir en tres:
 - C4.1: circuit de distribució interna de la rentadora.
 - C4.2: Circuit de distribució interna del rentaplats.
 - C4.3: Circuit de distribució interna del termo elèctric.

En el cas de la casa principal part gran, hi hauran el C4.1 i C4.2, ja que termo elèctric no caldrà degut a que és per mitjà de biomassa. Encara que el circuit C4 es divideix, compta com un sol circuit.

- Circuit C5: Circuit de distribució interna, destinat a alimentar preses de corrent auxiliars de la cuina de la casa.
- Circuit C6: Circuit addicional del tipus C1, destinat a alimentar punts de llum del menjador, de la sala d'estar i de la sala de jocs.
- Circuit C7: Circuit addicional del tipus C2, destinat a preses de corrent del menjador, de la sala d'estar i de la sala de jocs.

- Circuit C9: Circuit de distribució interna, destinat a la instal·lació d'aire condicionat.
- Circuit C12: Circuit addicional del tipus C5, destinat a preses de corrent dels banys de la casa.
- Circuit IE: Circuit destinat a la il·luminació exterior de la casa.
- Circuit AG: Circuit destinat a alimentar la instal·lació d'aigües grises.

- Sala de màquines

- Circuit PT: Circuit destinat a alimentar la planta potabilitzadora.
- Circuit BH: Circuit destinat a alimentar les bombes hidràuliques.
- Circuit CB: Circuit destinat a alimentar la caldera biomassa.
- Circuit IL: Circuit destinat a la il·luminació de la sala de màquines.

9.6.3.2. Característiques del subquadre casa principal part gran

A continuació, es mostren els elements de protecció necessaris i essencials per una bona protecció dels circuits:

- És necessita un interruptor magnetotèrmic (IGA) de 63 A, 1P+N, corba C.
- Es necessiten tres interruptors diferencials, dos interruptors de 63 A de calibratge i 30 mA de sensibilitat i 1P+N pols. Aquests dos diferencials són els que protegiran els 10 circuits interiors.

I el tercer interruptor diferencial serà únicament per a la instal·lació d'il·luminació exterior, ja que la ITC-BT-09 obliga a col·locar un diferencial exclusivament pel circuit, concretament serà de 25 A i de 1P+N amb una sensibilitat de 30 mA.

- Es necessitarà 11 petits interruptors automàtics (PIA), en el cas dels circuits interiors la intensitat ja be regida per la ITC-BT-25.
 - Circuit C1: El PIA serà de 10 A.
 - Circuit C2: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit C3: El PIA serà de 25 A.
 - Circuit C4.1: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit C4.2: El PIA serà de 16 A.

- Circuit C5: El PIA serà de 16 A.
- Circuit C6: El PIA serà de 10 A.
- Circuit C7: El PIA serà de 16 A.
- Circuit C9: El PIA serà de 25 A.
- Circuit C10: El PIA serà de 16 A.
- Circuit C12: El PIA serà de 16 A.
- Circuit IE: El PIA serà de 10 A.

Tots els interruptors PIA seran de 1P+N i de corba C amb un poder de tall de 6 KA.

A continuació, es comprova la intensitat prevista dels circuits, en teoria totes les intensitats han d'estar per sota de la intensitat dels interruptors:

Denominació	Potència prevista (W)	I prevista (A)	I del PIA (A)	Num. pols
PIA C1	1950	8,48	10	1P+N
PIA C2	3450	15,00	16	1P+N
PIA C3	4050	17,61	25	1P+N
PIA C4.1	2587,5	11,25	16	1P+N
PIA C4.2	2587,5	11,25	16	1P+N
PIA C5	4140	16,00	16	1P+N
PIA C6	900	3,91	10	1P+N
PIA C7	3105	13,50	16	1P+N
PIA C9	4700	20,43	25	1P+N
PIA C10	2587,5	11,25	16	1P+N
PIA C12	2070	9,00	16	1P+N
PIA IE	990	4,30	10	1P+N

Taula 77: Comprovació intensitats PIA de la casa principal part gran. Font: Pròpia

A la documentació gràfica es contempla un esquema unifilar.

9.6.3.3. Característiques del subquadre casa principal part petita

A continuació, es mostren els elements de protecció necessaris i essencials per una bona protecció dels circuits:

- És necessita un interruptor diferencial (IGA) de 25 A, 1P+N, corba C.
- Es necessiten tres interruptors diferencials:
 - Un interruptor diferencial de 40 A de 1P+N amb una sensibilitat de 30 mA, aquest diferencial serà l'encarregat de protegir els circuits interiors. Com només hi ha 5 circuits, serà suficient amb un.

- Un segon interruptor diferencial per protegir el circuit d'il·luminació exterior, ja que el ITC-BT-09 obliga a col·locar un diferencial exclusivament per aquest circuit, serà de 25 A i de 1P+N amb una sensibilitat de 30 mA.
- Un tercer diferencial exclusivament per la instal·lació d'aigües grises, serà de 25 A i de 1P+N amb una sensibilitat de 30 mA.
- Es necessitarà 7 petits interruptors automàtics (PIA), en el cas dels circuits interiors la intensitat ja be regida per la ITC-BT-25.
 - Circuit C1: El PIA serà de 10 A.
 - Circuit C2: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit C3: El PIA serà de 25 A.
 - Circuit C4.2: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit C5: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit IE: El PIA serà de 10 A.
 - Circuit AG: El PIA serà de 10 A.

Tots els interruptors PIA seran de 2 pols i de corba C amb un poder de tall de 6 KA.

A continuació es comprova la intensitat prevista dels circuits, en teoria totes les intensitats han d'estar per sota de la intensitat dels interruptors:

Denominació	Potència prevista (W)	I prevista (A)	I del PIA (A)	Num pols
PIA C1	825	3,59	10	1P+N
PIA C2	2415	10,50	16	1P+N
PIA C3	4050	17,61	25	1P+N
PIA C4.2	2587,5	11,25	16	1P+N
PIA C5	4140	16,00	16	1P+N
PIA IE	720	3,13	10	1P+N
PIA AG	890	3,87	10	1P+N

Taula 78: Comprovació intensitats PIA de la casa principal part petita. Font: Pròpia

A la documentació gràfica es contempla un esquema unifilar.

9.6.3.4. Característiques del subquadre casa vinculada

A continuació, es mostren els elements de protecció necessaris i essencials per una bona protecció dels circuits:

- És necessita un interruptor diferencial (IGA) de 50 A, 1P+N, corba C.
- Es necessiten 4 interruptors diferencials:
 - Dos interruptors de 63 A de calibratge i 30 mA de sensibilitat i 1P+N pols. Aquests dos diferencials són els que protegiran els 10 circuits interiors.
 - Un interruptor diferencial serà únicament per la instal·lació d'il·luminació exterior, ja que la ITC-BT-09 obliga a col·locar un diferencial exclusivament pel circuit, concretament serà de 25 A i de 1P+N amb una sensibilitat de 30 mA.
 - I finalment un quart diferencial exclusivament per la instal·lació d'aigües grises, serà de 25 A i de 1P+N amb una sensibilitat de 30 mA.
- Es necessitaran 12 petits interruptors automàtics (PIA), en el cas dels circuits interiors la intensitat ja ve regida per la ITC-BT-25.
 - Circuit C1: El PIA serà de 10 A.
 - Circuit C2: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit C3: El PIA serà de 25 A.
 - Circuit C4.1: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit C4.2: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit C5: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit C6: El PIA serà de 10 A.
 - Circuit C7: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit C9: El PIA serà de 25 A.
 - Circuit C12: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit IE: El PIA serà de 10 A.
 - Circuit AG: El PIA serà de 10 A.

Tots els interruptors PIA seran de 2 pols i de corba C amb un poder de tall de 6 KA.

A continuació, es comprova la intensitat prevista dels circuits, en teoria totes les intensitats han d'estar per sota de la intensitat dels interruptors:

Denominació	Potència prevista (W)	I prevista (A)	I del PIA (A)	Num pols
PIA C1	1275	5,54	10	1P+N
PIA C2	2587,5	11,25	16	1P+N
PIA C3	4050	17,61	25	1P+N
PIA C4.1	2587,5	11,25	16	1P+N
PIA C4.2	2587,5	11,25	16	1P+N
PIA C5	2070	9,00	16	1P+N
PIA C6	1500	6,52	10	1P+N
PIA C7	2415	10,50	16	1P+N
PIA C9	4700	20,43	25	1P+N
PIA C12	2760	12,00	16	1P+N
PIA IE	1530	6,65	10	1P+N
PIA AG	890	3,87	10	1P+N

Taula 79: Comprovació intensitats PIA de la casa vinculada. Font: Pròpia

A la documentació gràfica es contempla un esquema unifilar.

9.6.3.5. Característiques del subquadre de la sala de màquines

A continuació, es mostren els elements de protecció necessaris i essencials per una bona protecció dels circuits:

- És necessita un interruptor magnetotèrmic (IGA) de 20 A, 1P+N, corba C.
- Posarem un únic interruptor diferencial pels quatre circuits que tenim, concretament de 20 A de calibratge i 30 mA de sensibilitat i 1P+N.
- Es necessitarà 4 petits interruptors automàtics (PIA) per protegir els circuits:
 - Circuit PT: El PIA serà de 10 A.
 - Circuit BH: El PIA serà de 16 A.
 - Circuit CB: El PIA serà de 25 A.
 - Circuit IL: El PIA serà de 16 A.

Tots els interruptors PIA seran de 2 pols i de corba C amb un poder de tall de 6 KA.

A continuació, es comprova la intensitat prevista dels circuits, en teoria totes les intensitats han d'estar per sota de la intensitat dels interruptors:

Denominació	Potència prevista (W)	I prevista (A)	I del PIA (A)	Num pols
PIA PT	2700	11,74	16	1P+N
PIA BH	4000	17,39	20	1P+N
PIA CB	2000	8,70	10	1P+N
PIA IL	150	0,65	10	1P+N

Taula 80: Comprovació intensitats PIA de la sala de màquines. Font: Pròpia

A la documentació gràfica es contempla un esquema unifilar.

9.6.4. Seccions i característiques dels conductors

Primer de tot, totes les línies són monofàsiques a 230V, i tots els cables interiors seran unipolars de coure i amb aïllament PVC, amb una tensió assignada de 450/750 V. Es trobaran en tubs encastats a la paret. Per tant, el conductor serà el ESZ07Z1-K(AS).

Els conductors del circuit d'il·luminació exterior i el circuit d'instal·lació d'aigües grises seran del tipus RZ1-K (AS), ja que tenen tensions assignades de 0,6/1KV i el seu aïllant serà de XLPE.

En el cas del circuit d'instal·lació d'aigües grises, seran tubs enterrats, i el conductor per tant serà com a mínim de 6 mm.

La secció dels diferents circuits ha de poder garantir que no superi la caiguda de tensió reglamentaria i ha de poder admetre la intensitat requerida pel circuit.

Per al càlcul de les seccions dels circuits interiors de l'habitatge, es seguirà el procediment següent:

- Es calcularan les caigudes de tensió depenent del tipus de circuit.
- Amb la secció mínima requerida per la ITC-BT-25, depenent del tipus de circuit i la longitud del cable fins al punt llunyà, es calcularà la caiguda de tensió en volts per comprovar que és inferior a la establerta per la normativa.

$$\varepsilon (\%) = \frac{200 * \rho * L}{S * V^2} * P$$

On:

ρ : És la resistivitat de l'aïllant, en aquest cas com és PVC és 1/48.

L : És la longitud del punt d'utilització més allunyat.

V : el voltatge que en aquest cas és 230 perquè és monofàsic.

P : La potència màxima prevista de cada circuit.

- Si no es compleix el criteri de caiguda de tensió, s'augmentarà la secció, passant a la secció immediatament superior normalitzada.
- Amb la secció que compleixi la caiguda de tensió permesa, es comprovarà per criteri de l'intensitat màxima regida per la ITC-BT-19. Si la intensitat admesa per el conductor (I_z) és major que la intensitat nominal del interruptor automàtic corresponent al circuit, i a la vegada aquesta superior que la intensitat prevista de la línia.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

- Si es compleix, la secció és correcta pel circuit.
- Finalment, un cop escollida la secció del conductor, s'elegirà el diàmetre del tub aïllant en funció de la ITC-BT-21.

A continuació, es mostren les taules aplicant tot el que s'ha mencionat anteriorment:

- Casa principal part gran

Circuit	P.pre (W)	I.pre (A)	Longitud (m)	I.PIA(A)	S (mm2)	Iz (A)	Cdt (%)	Cdt permesa (%)
C1	1950	8,48	22	10	1,5	14,5	2,25	3
C2	3450	15,00	24	16	2,5	20	2,61	3
C3	4050	17,61	12	25	6	34	0,64	3
C4.1	2587,5	11,25	21	16	2,5	20	1,71	3
C4.2	2587,5	11,25	12	16	2,5	20	0,98	3
C5	4140	16,00	20	16	2,5	20	2,61	3
C6	900	3,91	15	10	1,5	14,5	0,71	3
C7	3105	13,50	14	16	2,5	20	1,37	3
C9	4700	20,43	20	25	6	34	1,23	3
C10	2587,5	11,25	22	16	2,5	20	1,79	3
C12	2070	9,00	12	16	2,5	20	0,78	3
IE	990	4,30	30	10	1,5	20	1,7	3

Taula 81: Càlculs seccions dels conductors de la casa principal part gran. Font: Pròpia

Circuit	Tipus de conductor	Secció (mm2)	Diàmetre del tub (mm)
C1	ES07Z1-K (AS)	1,5	16
C2	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C3	ES07Z1-K (AS)	6	25
C4.1	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C4.2	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C5	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C6	ES07Z1-K (AS)	1,5	16
C7	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C9	ES07Z1-K (AS)	6	25
C10	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C12	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
IE	RZ1-K (AS)	1,5	16

Taula 82: Resum característiques de les seccions de la casa principal part gran. Font: Pròpia

- Casa principal part petita

Circuit	P.pre (W)	I.pre (A)	Longitud (m)	I.PIA(A)	S (mm ²)	Iz (A)	Cdt (%)	Cdt permesa (%)
C1	825	3,59	8	10	1,5	14,5	0,35	3
C2	2415	10,50	9	16	2,5	20	0,68	3
C3	4050	17,61	2	25	6	34	0,11	3
C4.2	2587,5	11,25	3	16	2,5	20	0,24	3
C5	4140	18,00	6	16	2,5	20	0,78	3
IE	720	3,13	10	16	1,5	20	0,41	3
AG	890	3,87	15	10	6	53	0,19	5

Taula 83: Càlculs seccions dels conductors de la casa principal part petita. Font: Pròpia

Circuit	Tipo de conductor	Secció (mm ²)	Diàmetre del tub (mm)
C1	ES07Z1-K (AS)	1,5	16
C2	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C3	ES07Z1-K (AS)	6	25
C4.2	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C5	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
IE	RZ1-K (AS)	1,5	16
AG	RZ1-K (AS)	6	50

Taula 84: Resum característiques de les seccions de la casa principal part gran. Font: Pròpia

- Casa vinculada

Circuit	P.pre (W)	I.pre (A)	Longitud (m)	I.PIA(A)	S (mm ²)	Iz (A)	Cdt (%)	Cdt permesa (%)
C1	1275	5,54	30	10	1,5	14,5	2,01	3
C2	2587,5	11,25	31	16	2,5	20	2,53	3
C3	4050	17,61	3	25	6	34	0,16	3
C4.1	2587,5	11,25	6	16	2,5	20	0,49	3
C4.2	2587,5	11,25	3	16	2,5	20	0,24	3
C5	2070	16,00	2,5	16	2,5	20	0,16	3
C6	1500	6,52	34	10	1,5	14,5	2,68	3
C7	2415	10,50	36	16	2,5	20	2,74	3
C9	4700	20,43	31	25	6	34	1,91	3
C12	2760	12,00	22	16	2,5	20	1,91	3
IE	1530	6,65	34	16	1,5	20	2,98	3
AG	890	3,87	16	10	6	53	0,19	5

Taula 85: Càlculs seccions dels conductors de la casa vinculada. Font: Pròpia

Circuit	Tipo de conductor	Secció (mm ²)	Diàmetre del tub (mm)
C1	ES07Z1-K (AS)	1,5	16
C2	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C3	ES07Z1-K (AS)	6	25
C4.1	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C4.2	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C5	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C6	ES07Z1-K (AS)	1,5	16
C7	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
C9	ES07Z1-K (AS)	6	25
C12	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
IE	ES07Z1-K (AS)	1,5	16
AG	RZ1-K (AS)	6	50

Taula 86: Resum característiques de les seccions de la casa vinculada. Font: Pròpia

- **Sala de màquines**

Per la sala de màquines el procediment és el mateix:

Circuit	P.pre (W)	I.pre (A)	Longitud (m)	I.PIA(A)	S (mm2)	Iz (A)	Cdt (%)	Cdt permesa (%)
PIA PT	2700	11,74	2	16	2,5	20	0,17	5
PIA BH	4000	17,39	1	20	4	20	0,08	5
PIA CB	2000	8,70	3	10	1,5	34	0,32	5
PIA IL	150	0,65	2	10	1,5	20	0,02	5

Taula 87: Càlculs seccions dels conductors de la sala de màquines. Font: Pròpia

Circuit	Tipo de conductor	Secció (mm2)	Diàmetre del tub (mm)
PIA PT	ES07Z1-K (AS)	2,5	20
PIA BH	ES07Z1-K (AS)	4	20
PIA CB	ES07Z1-K (AS)	1,5	16
PIA IL	ES07Z1-K (AS)	1,5	16

Taula 88: Resum característiques de les seccions de la sala de màquines. Font: Pròpia

10. Instal·lació de posada a terra

La instal·lació de posada a terra és la connexió de les superfícies conductores exposades a algun punt no energitzat i comunament és la terra sobre la qual es posa la construcció.

La posada o connexió a terra és la unió elèctrica directa, sense fusibles ni protecció alguna, d'una part del circuit elèctric o d'una part conductora no pertanyent al mateix mitjançant una presa de terra amb un elèctrode o grups d'elèctrodes enterrats al terra.

Mitjançant la instal·lació de posada a terra s'haurà d'aconseguir que en el conjunt d'instal·lacions, edificis i superfície pròxima del terreny no apareguin diferències de potencial perilloses i que, al mateix temps, permeti el pas a terra dels corrents de defecte o les de descàrrega d'origen atmosfèric.

Segons com diu la ITC-BT-26 en tota nova edificació s'establirà una presa de terra de protecció segons el següent sistema:

- Un cable rígid de coure despulat d'una secció mínima, concretament de 35 mm² com ho indica la ITC-BT-18, formant un anell tancat que recobreixi a tot el perímetre de l'edifici. A aquest anell s'hauran de connectar elèctrodes verticalment clavats en el terreny quan, es prevegi la necessitat de disminuir la resistència de terra que pugui presentar el conductor en anell.

Els conductors de coure utilitzats com elèctrodes seran de construcció i resistència elèctrica segons la classe 2 de la norma UNE 21022.

El tipus i la profunditat d'enterrament de les tomes de terra han de ser tal que la possible pèrdua d'humitat del terra, la presència del gel o altres factors, no augmentin la resistència de la presa de terra per sobre del valor previst. Així que la profunditat mai serà inferior a 0,50 metres.

Per tant es realitzarà la instal·lació de posada a terra de la casa principal, de la casa vinculada i de la sala de màquines.

- Casa principal:

- Es necessitarà un anell elèctrode amb una longitud de 93 metres.
- Un total de 8 piques de 2,5 metres de longitud.
- Una resistivitat del terreny de 100 $\Omega \cdot m$.

Com es realitza la posada a terra amb piquetes i anell elèctrode, es procedeix a calcular la resistència del anell i la resistència de la pica i després s'associaran en paral·lel. Tot això regit per la ITC-BT-18.

Les equacions a realitzar són les següents:

$$R_{anillo} = \frac{2 * \rho}{L} = \frac{2 * 100}{93} = 2,15 \Omega$$

On:

ρ : es la resistivitat del terreny en aquest cas 100 $\Omega \cdot m$.

L : Longitud del conductor que en aquest cas és 93 metres.

$$R_{pica} = \frac{\rho}{N^{\circ}_{piques} \cdot L} = \frac{100}{8 \cdot 2,5} = 5 \Omega$$

On:

ρ : es la resistivitat del terreny en aquest cas 100 $\Omega \cdot m$.

L : Longitud de la pica en aquest cas 2,5 metres.

N° piques: un total de 8 piques.

$$R_{PAT} = \frac{R_{anillo} * R_{pica}}{R_{anillo} + R_{pica}} = \frac{2,15 * 5}{2,15 + 5} = 1,50 \Omega$$

Per tant la resistència de posta a terra és de 1,50 Ω .

Tot seguit, cal detectar que la tensió de contacte màxima que podria produir abans de que saltés el diferencial no supera el límit de seguretat:

$$V_C = I_{dif} * R_{PAT} = 0,3 * 1,5 = 0,45 V$$

On:

I_{dif} : Corrent que garantitza el funcionament del dispositiu de protecció.(A)

R_{PAT} : Resisitència de posta a terra (Ω)

V_C : tensió de contacte

Tal com es pot apreciar, la tensió de contacte màxima és permesa ja que tal com s'especifica a la ITC-BT-18 aquesta tensió ha de ser menor a 50 V, amb la qual cosa es permet aquesta instal·lació i cap usuari podria sortir mal ferit.

- Casa vinculada:

- Es necessitarà un anell elèctrode amb una longitud de 84 metres.
- Un total de 8 piques de 2,5 metres de longitud.
- Una resistivitat del terreny de 100 $\Omega \cdot m$.

Com es realitza la posada a terra amb piquetes i anell elèctrode, es procedeix a calcular la resistència del anell i la resistència de la pica i després s'associaran en paral·lel. Tot això regit per la ITC-BT-18.

Les equacions a realitzar són les següents:

$$R_{anillo} = \frac{2 * \rho}{L} = \frac{2 * 100}{84} = 2,38 \Omega$$

On:

ρ : es la resistivitat del terreny en aquest cas 100 $\Omega \cdot m$.

L : Longitud del conductor que en aquest cas és 84 metres.

$$R_{pica} = \frac{\rho}{N^{\circ} Piques \cdot L} = \frac{100}{8 \cdot 2,5} = 5 \Omega$$

On:

ρ : es la resistivitat del terreny en aquest cas 100 $\Omega \cdot m$.

L : Longitud de la pica en aquest cas 2,5 metres.

N° piques: un total de 8 piques.

$$R_{PAT} = \frac{R_{anillo} * R_{pica}}{R_{anillo} + R_{pica}} = \frac{2,38 * 5}{2,38 + 5} = 1,61 \Omega$$

Per tant la resistència de posta a terra és de 1,61 Ω .

Tot seguit, cal detectar que la tensió de contacte màxima que podria produir abans de que saltés el diferencial no supera el límit de seguretat:

$$V_C = I_{dif} * R_{PAT} = 0,3 * 1,61 = 0,48 V$$

On:

I_{dif} : Corrent que garantitza el funcionament del dispositiu de protecció.

R_{PAT} : Resistència de posta a terra.

V_C : tensió de contacte.

Tal com es pot apreciar, la tensió de contacte màxima és permesa ja que tal com s'especifica a la ITC-BT-18 aquesta tensió ha de ser menor a 50 V, amb la qual cosa es permet aquesta instal·lació i cap usuari podria sortir mal ferit.

- Sala de màquines:

- Es necessitarà un anell elèctrode amb una longitud de 23 metres.
- Un total de 2 piques de 2,5 metres de longitud.
- Una resistivitat del terreny de 100 $\Omega \cdot m$.

Com es realitza la posada a terra amb piquetes i anell elèctrode, es procedeix a calcular la resistència del anell i la resistència de la pica i després s'associaran en paral·lel. Tot això regit per la ITC-BT-18.

Les equacions a realitzar són les següents:

$$R_{anell} = \frac{2 * \rho}{L} = \frac{2 * 100}{23} = 8,70 \Omega$$

On:

ρ : es la resistivitat del terreny en aquest cas 100 $\Omega \cdot m$

L : Longitud del conductor que en aquest cas és 23 metres

$$R_{pica} = \frac{\rho}{N^{\circ}_{Piques} \cdot L} = \frac{100}{2 \cdot 2,5} = 20 \Omega$$

On:

ρ : es la resistivitat del terreny en aquest cas 100 $\Omega \cdot m$

L : Longitud de la pica en aquest cas 2,5 metres

N° piques: un total de 2 piques

$$R_{PAT} = \frac{R_{anillo} * R_{pica}}{R_{anillo} + R_{pica}} = \frac{8,70 * 20}{8,70 + 20} = 6,06 \Omega$$

Per tant la resistència de posta a terra és de 6,06 Ω .

Tot seguit, cal detectar que la tensió de contacte màxima que podria produir abans de que saltés el diferencial no supera el límit de seguretat:

$$V_C = I_{dif} * R_{PAT} = 0,3 * 6,06 = 1,81 V$$

On:

I_{dif} : Corrent que garantitza el funcionament del dispositiu de protecció.

R_{PAT} : Resisitència de posta a terra

V_C : tensió de contacte

Tal com es pot apreciar, la tensió de contacte màxima és permesa ja que tal com s'especifica a la ITC-BT-18 aquesta tensió ha de ser menor a 50 V, amb la qual cosa es permet aquesta instal·lació i cap usuari podria sortir mal ferit.

A la documentació gràfica es troben realitzades les postes a terra que s'han calculat anteriorment.

11. Pressupost

Per realitzar el pressupost econòmic del projecte s'ha tingut en compte els següents factors:

- Material necessari pel projecte
- Hores de disseny del projecte
- Hores d'implementació del projecte

A continuació es mostra una taula amb els elements necessaris per a cada instal·lació:

Descripció	Preu unitat	Amidament	Unitats	Preu Total
Instal·lació de subministrament d'aigua				
Vàlvula de peu de 191aixa191ió nominal 1"1/4 de 25 bar de PN montada superficialment	33,08 €	2	Ud	66,16 €
Vàlvula reductora de pressió amb rosca, de diàmetre nominal 2" de 25 bar de pressió 191aixa191 i amb un diferencial regulable, montada superficialment	117,34 €	2	Ud	234,68 €
Filtre colador de llautó de diàmetre 191aixa191i de 2" de 16 bar de PN, roscat, montat superficialment	34,90 €	2	Ud	69,80 €
Contador d'aigua electrònic per aigua freda, 191aixa 191aixa191i ón 191191191e C, apte per montar en 191aixa191ió horitzontal o vertical, connectats a una 191aixa191i o a un ramal	137,41 €	2	Ud	274,82 €
Tub de polipropilè a pressió de diàmetre 20x2,8 mm, serie S 3,2/SDR 7,4 MF segons UNE-EN ISO 15874, soldat amb grau de dificultat 191aixa191i i col·locat superficialment	5,66 €	361	m	2.043,26 €
Tub de polipropilè a pressió de diàmetre 25x3,5 mm, serie S 3,2/SDR 7,4 MF segons UNE-EN ISO 15874, soldat amb grau de dificultat 191aixa191i i col·locat superficialment	6,96 €	101	m	702,96 €

Tub de polipropilè a pressió de diàmetre 32x4,4 mm,serie S 3,2/SDR 7,4 MF segons UNE-EN ISO 15874, soldat amb grau de dificultat 192aixai92i i col·locat superficialment	9,36 €	50	m	468,00 €
Tub de polipropilè a pressió de diàmetre 40x5,5 mm,serie S 3,2/SDR 7,4 MF segons UNE-EN ISO 15874, soldat amb grau de dificultat 192aixai92i i col·locat superficialment	12,77 €	10	m	127,70 €
Tub de polipropilè a pressió de diàmetre 50x6,9 mm,serie S 3,2/SDR 7,4 MF segons UNE-EN ISO 15874, soldat amb grau de dificultat 192aixai92i i col·locat superficialment	14,78 €	105	m	1.551,90 €
Aixeta de pas, empotrat, llautó cromat, de 192aixai92ió 1"	63,80 €	14	Ud	893,20 €
Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a tubs que transporten fluids a temperatura entre -50 ° C i 105 ° C, per a tub de diàmetre exterior 22 mm, de 19 mm de gruix, amb un factor de 192aixai92ión192192 a la 192aixai92ió de el vapor d'aigua> = 7000, col·locat superficialment amb grau de dificultat mitjà	9,20 €	361	m	3.321,20 €
Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a canonades que transporten fluids a temperatura entre -50 ° C i 105 ° C, per a tub de diàmetre exterior 28 mm, de 19 mm de gruix, amb un factor de 192aixai92ión192192 a la 192aixai92ió de el vapor d'aigua> = 7000, col·locat superficialment amb grau de dificultat mitjà	10,53 €	101	m	1.063,53 €

Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a canonades que transporten fluids a temperatura entre -50 ° C i 105 ° C, per a tub de diàmetre exterior 35 mm, de 19 mm de gruix, amb un factor de 193aixa193i3ón193193 a la 193aixa193i3ió de el vapor d'aigua> = 7000, col·locat superficialment amb grau de dificultat mitjà	11,56 €	50	m	578,00 €
Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a canonades que transporten fluids a temperatura entre -50 ° C i 105 ° C, per a tub de diàmetre exterior 42 mm, de 19 mm de gruix, amb un factor de 193aixa193i3ón193193 a la 193aixa193i3ió de el vapor d'aigua> = 7000, col·locat superficialment amb grau de dificultat mitjà	12,16 €	10	m	121,60 €
Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a canonades que transporten fluids a temperatura entre -50 ° C i 105 ° C, per a tub de diàmetre exterior 52 mm, de 19 mm de gruix, amb un factor de 193aixa193i3ón193193 a la 193aixa193i3ió de el vapor d'aigua> = 7000, col·locat superficialment amb grau de dificultat mitjà	14,35 €	105	m	1.506,75 €
Bomba de subministrament d'aigua grundfos SQ1-65 de 3"	806,09 €	1	Ud	806,09 €
Bomba de subministrament d'aigua grundfos JP 5-48	284,00 €	4	Ud	1.136,00 €
Potabilitzadora amb un caudal de subministrament de 0,5 m3/h, 2250 mm de llargada, amplada de 1040 mm i 2075 mm d'altura	8.265,74 €	1	Ud	8.265,74 €
Cisterna de 2150 litres de capacitat d'aigua de 1,40m de diàmetre i 1,74 m d'altura	1.816,76 €	1	Ud	1.816,76 €

Subministrament i instal·lació de bomba grundfos comfort circuladora de rotor humit per a instal·lacions d'ACS, amb connexions roscades de 1 1 / 2", PN10, cos de la bomba d'hacer inoxidable, muntada entre tubs	201,45 €	2	Ud	402,90 €
Vàlvula de bola manual amb rosca, de dues peces amb pas total, de llautó, de diàmetre nominal 2", de 25 bar de PN i preu alt, muntada superficialment	75,76 €	4	Ud	303,04 €
Vàlvula de bola manual amb rosca, de dues peces amb pas total, de llautó, de diàmetre nominal 1"1/4', de 25 bar de PN i preu alt, muntada superficialment	33,08 €	7	Ud	231,56 €
Vàlvula de bola manual amb rosca, de dues peces amb pas total, de llautó, de diàmetre nominal 1", de 25 bar de PN i preu alt, muntada superficialment	25,72 €	15	Ud	385,80 €
Vàlvula de bola manual amb rosca, de dues peces amb pas total, de llautó, de diàmetre nominal 3/4", de 25 bar de PN i preu alt, muntada superficialment	18,54 €	12	Ud	222,48 €
Vàlvula de retenció de clapeta, amb rosca, de 3 / 4" de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, cos de llautó, clapeta de llautó i tancament de tancament metàl·lic, muntada superficialment	22,03 €	10	Ud	220,30 €
Vàlvula de retenció de clapeta, amb rosca, de 1" de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, cos de llautó, clapeta de llautó i tancament de tancament metàl·lic, muntada superficialment	26,68 €	14	Ud	373,52 €

Instal·lació d'aigües grises

Tub de polipropilè a pressió de diàmetre 20x2,8 mm,serie S 3,2/SDR 7,4 MF segons UNE-EN ISO 15874, soldat amb grau de dificultat 195aixai95i i col·locat superficialment	5,66 €	135	m	764,10 €
Tub de polipropilè a pressió de diàmetre 25x3,5 mm,serie S 3,2/SDR 7,4 MF segons UNE-EN ISO 15874, soldat amb grau de dificultat 195aixai95i i col·locat superficialment	6,96 €	47	m	327,12 €
Estació reciclatge aigües grises amb una capacitat de 500 litres de captació	7.180,00 €	2	Ud	14.360,00 €
Vàlvula de bola manual amb rosca, de dues peces amb pas total, de llautó, de diàmetre nominal 1", de 25 bar de PN i preu alt, muntada superficialment	25,72 €	8	Ud	205,76 €
Vàlvula de bola manual amb rosca, de dues peces amb pas total, de llautó, de diàmetre nominal ¾", de 25 bar de PN i preu alt, muntada superficialment	18,54 €	4	Ud	74,16 €
Electrovàlvula de 1" de llautó amb actuador elèctric	125,80 €	2	Ud	251,60 €
Bomba de subministrament de les aigües tractades MTH 2-4/4	726,00 €	2	Ud	1.452,00 €

Instal·lació d'evacuació d'aigües

Pericó de pas i tapa registrable, de 40x40x40 cm de mesures interiors, amb 15 cm de gruix de maó calat de 290x140x100 mm, arrebossada i llicada per dins amb morter 1: 8, sobre solera de maó en massa de 10 cm i amb tapa prefabricada de formigó armat	65,94 €	16	Ud	1.055,04 €
Desguàs d'aparell sanitari amb tub de PVC de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 32 mm, fins a baixant, 195aixai95i o clavegueró	14,45 €	25	m	361,25 €
Desguàs d'aparell sanitari amb tub de PVC de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 40 mm, fins a baixant, 195aixai95i o clavegueró	16,69 €	27	m	450,63 €

Desguàs d'aparell sanitari amb tub de PVC de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 50 mm, fins a baixant, 196aixa o clavegueró	18,59 €	17	m	316,03 €
Desguàs d'aparell sanitari amb tub de PVC de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 110 mm, fins a baixant, 196aixa o clavegueró	39,12 €	18	m	704,16 €
Baixant de tub de PVC de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 110 mm, incloses les peces especials i fixat mecànicament amb brides	43,26 €	3	m	129,78 €
Baixant de tub de PVC de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 63 mm, incloses les peces especials i fixat mecànicament amb brides	30,70 €	3	m	92,10 €
Clavegueró amb tub de PVC-U de paret massissa per a sanejament amb pressió, de DN 110 mm i de PN 6 bar segons norma UNE-EN 1456-1, sobre solera de formigó de 15 cm de gruix, llit de sorra de 15 cm de gruix i reblert amb sorra fins a 30 cm per sobre de l'tub	58,62 €	35	m	2.051,70 €
Clavegueró amb tub de PVC-U de paret massissa per a sanejament amb pressió, de DN 125 mm i de PN 6 bar segons norma UNE-EN 1456-1, sobre solera de formigó de 15 cm de gruix, llit de sorra de 15 cm de gruix i reblert amb sorra fins a 30 cm per sobre de l'tub	61,62 €	150	m	9.243,00 €
Clavegueró amb tub de PVC-U de paret massissa per a sanejament amb pressió, de DN 63 mm i de PN 6 bar segons norma UNE-EN 1456-1, sobre solera de formigó de 15 cm de gruix, llit de sorra de 15 cm de gruix i reblert amb sorra fins a 30 cm per sobre de l'tub	45,39 €	5	m	226,95 €
Desguàs recte per a aigüera, amb sobreeixidor, tap i cadeneta incorporats, de llautó, de diàmetre 40 mm, soldat a un sifó oa un ramal de plom	49,01 €	3	Ud	147,03 €

Desguàs sifònic per a plat de dutxa, amb reixeta incorporada, de llautó de diàmetre 40 mm, connectat a la xarxa de petita evacuació	45,96 €	5	Ud	229,80 €
Desguàs recte per a lavabo, amb tap i cadeneta incorporats, de llautó, de diàmetre 1"1 / 4, roscat a un sifó de llautó cromat	19,72 €	12	Ud	236,64 €
Desguàs d'aparell sanitari amb tub de polipropilè de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 32 mm, fins a baixant, 197aixa o clavegueró	17,33 €	5	Ud	86,65 €
Sifó registrable per a lavabo, de PVC de diàmetre 32 mm, connectat a un ramal de PVC	5,64 €	13	Ud	73,32 €
Desguàs sifònic per banyera, amb tap incorporat de llautó de diàmetre 40 mm, connectat a la xarxa de petita evacuació	32,51 €	3	Ud	97,53 €
Estació depuradora que inclou: -Fossa 197aixa197i de 5000 litres -Arqueta prefabricada de repartició -Dos filtres de biococo 5 PE	8.425,00 €	1	Ud	8.425,00 €
Estació depuradora que inclou: -Fossa 197aixa197i de 3000 litres -Un filtre de biococo 5 PE	6.725,00 €	1	Ud	6.725,00 €
Rases/tubs de drenatge per sistema d'infiltració drenotube	12.525,00 €	1	Ud	12.525,00 €
Baixant de tub de PVC de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 63 mm, incloses les peces especials i fixat mecànicament amb brides	30,70 €	6	m	184,20 €
Baixant de tub de PVC de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 50 mm, incloses les peces especials i fixat mecànicament amb brides	26,80 €	10	m	268,00 €
Baixant de tub de PVC de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 75 mm, incloses les peces especials i fixat mecànicament amb brides	34,92 €	3	m	104,76 €

Baixant de tub de PVC de paret tricapa per a evacuació insonoritzada, de DN 90 mm, incloses les peces especials i fixat mecànicament amb brides	38,70 €	3	m	116,10 €
Canalons de PVC per a evacuació insonoritzada, de DN 100 mm, incloses les peces especials i fixat	8,52 €	10	m	85,20 €
Canalons de PVC per a evacuació insonoritzada, de DN 125 mm, incloses les peces especials i fixat	9,25 €	22	m	203,50 €
Canalons de PVC per a evacuació insonoritzada, de DN 150 mm, incloses les peces especials i fixat	11,34 €	33	m	374,22 €
Canalons de PVC per a evacuació insonoritzada, de DN 200 mm, incloses les peces especials i fixat	16,19 €	33	m	534,27 €
Canalons de PVC per a evacuació insonoritzada, de DN 250 mm, incloses les peces especials i fixat	14,15 €	32	m	452,80 €

Instal·lació de climatització i obtenció d'ACS				
Caldera biomassa de 35 KW HERZ firematic d'astella i pellet	14.359,00 €	1	Ud	14.359,00 €
Vàlvula 198aixa198i de seguretat T95°C	82,00 €	1	Ud	82,00 €
Direcció de muntatge i cablejat	590,00 €	1	Ud	590,00 €
posada en maxa i formació	358,00 €	1	Ud	358,00 €
Accessoris: -Base antivibració -Accessoris ximeneia -Sistemes d'elevació i tempertatura	320,00 €	1	Ud	320,00 €
Dipòsit d'inèrcia de de capacitat de 500 litres pel circuit primari	890,00 €	1	Ud	890,00 €
Acumulador de ACS de capacitat de 60 litres amb unes dimensions de 480 mm de 198aixa198ió i 750 mm d'altura	475,50 €	1	Ud	475,50 €
Acumulador de ACS de capacitat de 150 litres amb unes dimensions de 620 mm de 198aixa198ió i 985 mm d'altura	721,50 €	1	Ud	721,50 €
Dipòsit d'inèrcia de de capacitat de 200 litres pel circuit de cal·lefactió	560,00 €	1	Ud	560,00 €
Dipòsit d'inèrcia de de capacitat de 300 litres pel circuit de cal·lefactió	660,00 €	1	Ud	660,00 €

Tub de polipropilè multicapa amb tub interior de polipropilè de diàmetre 40 mm, fibra de vidre i 199aixa199i6n199 exterior de polipropilè, amb una pressió 199aixa199 de servei de 20 bar, connectat a pressió i col·locat superficialment	12,81 €	190	m	2.433,90 €
Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a canonades que transporten fluids a temperatura entre -50 ° C i 105 ° C, per a tub de diàmetre exterior 42 mm, de 32 mm de gruix, amb un factor de 199aixa199i6n199199 a la 199aixa199i6 de el vapor d'aigua > = 7000, col·locat superficialment amb grau de dificultat mitjà	14,94 €	190	m	2.838,60 €
Vàlvula de bola manual amb rosca, de dues peces amb pas total, de llautó, de diàmetre nominal 1"1 / 4, de 25 bar de PN i preu alt, muntada superficialment	33,08 €	55	Ud	1.819,40 €
Tub de polipropilè multicapa amb tub interior de polipropilè de diàmetre 50 mm, fibra de vidre i 199aixa199i6n199 exterior de polipropilè, amb una pressió 199aixa199 de servei de 20 bar, connectat a pressió i col·locat superficialment	14,85 €	2	m	29,70 €
Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a canonades que transporten fluids a temperatura entre -50 ° C i 105 ° C, per a tub de diàmetre exterior 52 mm, de 32 mm de gruix, amb un factor de 199aixa199i6n199199 a la 199aixa199i6 de el vapor d'aigua > = 7000, col·locat superficialment amb grau de dificultat mitjà	16,85 €	2	m	33,70 €
Vàlvula de 199aixa199i6n199 de seient de 3 vies amb rosca, de diàmetre nominal 1 ¼ " i kvs = 16, de 16 bar de PN, recorregut mínim de 15 mm, cos de fosa i servomotor de senyal de 0-10V, acoblat a la 199aixa199i, instal·lada i connectada	553,20 €	3	Ud	1.659,60 €

Maniguet antivibratori d'EPDM amb rosca, de diàmetre nominal 1"1 / 4, cos de cautxú EPDM reforçat amb niló, rosca de connexió de fosa maleable, pressió 200aixa200 10 bar, temperatura 200aixa200 110 ° C, roscat	41,22 €	20	Ud	824,40 €
Filtre colador de llautó, de diàmetre nominal 1"1 / 4, de 16 bar de PN, roscat, muntat superficialment	34,90 €	15	Ud	523,50 €
Sonda de temperatura en canonada amb beina, amb accessoris de muntatge, muntada i connectada	123,55 €	28	Ud	3.459,40 €
Termòmetre bimetàl·lic, amb beina d'1 / 2" de diàmetre, d'esfera de 65 mm, de <= 80 ° C, col·locat roscat	22,90 €	23	Ud	526,70 €
Manòmetre per a una pressió de 0 a 10 bar, d'esfera de 100 mm i rosca de connexió d'1 / 2" G, instal·lat	36,19 €	19	Ud	687,61 €
Vàlvula de retenció de clapeta, amb rosca, de 1"1 / 4 de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, cos de llautó, clapeta de llautó i tancament de tancament metàl·lic, muntada superficialment	36,56 €	16	Ud	584,96 €
Subministrament i instal·lació de bomba circuladora de rotor humit per a instal·lacions de calefacció, amb connexions roscades de G 1 1 / 2", PN10,	289,00 €	9	Ud	2.601,00 €
Subministrament i instal·lació de col·lector premontat en 200aixa de polirpopileno expandit de dos 200aixa200i i tapa exterior de alumini, amb cabalímetres 5 vies. Inclou: bicono multicapa 17x2mm, taps cecs 1", adaptador per a muntatge capçal elèctric, ràcord amb purgador manual, 200aixa200i d'ompliment / buidatge, 200aixa200i de 200ai amb termòmetre incorporat i ràcord dues peces amb junta tòrica. Inclosos tots els treballs i materials per a la correcta finalització de la partida. Marca ALB o equivalent.	535,00 €	6	Ud	3.210,00 €

Subministrament i instal·lació de 201aixa aïllant fabricat en EPS + grafitp elastificat, autoextingible (Euroclasse E), de 40 mm de gruix, 201aixa201i201201 201aixa201i 1,30 m2K / W, cobert amb làmina superficial d'alumini 0,25mm difusora de calor. Proveït de solapes autoadhesives i quadrícula 201aix serigrafiada. Format 1000x500mm. Incluidos tots els treballs i materials per a la correcta finalització de la partida. Model ACUTEC, marca ALB o equivalent.	27,74 €	512	m2	14.202,88 €
Subministrament i instal·lació de tub multicapa 17x2mm especial per terra radiant segons normativa UNE a 1264 i d'acord DIN 4726; 201aixa201i201201: capa interna PE-RT / A EL 0,2mm (soldat a testa) / PE-RT. Inclosos tots els treballs i materials per a la correcta finalització de la partida. Marca ALB o equivalent.	5,47 €	2283,77	m	12.492,22 €

Instal·lació de ventil·lació				
Aire Condicionat Unitat Exterior Multisplit LG MU2M15 UL4	630,00 €	1	Ud	630,00 €
Aire Condicionat Unitat Exterior Multisplit LG MU2M17 UL4	760,00 €	1	Ud	760,00 €
Aire Condicionat Unitat interior Multisplit LG MS07SQ NW0	400,00 €	1	Ud	400,00 €
Aire Condicionat Unitat interior Multisplit LG MS09SQ NB0	430,00 €	2	Ud	860,00 €
Aire Condicionat Unitat interior Multisplit LG MS05SQ NW0	370,00 €	1	Ud	370,00 €
Tub de coure R220 (recuit) 3/8" de diàmetre nominal i de gruix 0,8 mm, segons norma UNE-EN 12735-1, soldat per capil·laritat amb soldadura forta (T> 450°C) amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment	11,44 €	31	m	354,64 €

Tub de coure R220 (recuit) ¼" de diàmetre nominal i de gruix 0,8 mm, segons norma UNE-EN 12735-1, soldat per capil·laritat amb soldadura forta (T> 450°C) amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment	9,37 €	31	Ud	290,47 €
--	--------	----	----	----------

Instal·lació Solar				
Mòdul fotovoltaic monocristal·lí per a instal·lació aïllada / connexió a xarxa, 202aixa202ió de pic 400 Wp, amb marc d'alumini anoditzat, 202aixa202ión202 amb vidre temperat, 202aixa de connexió, precablejat amb connectors especials, amb una 202aixa202ió mínima de l'14,1%, col·locat amb suport sobre terra i 202aixa202i plana	300,00 €	72	Ud	21.600,00 €
Inversor per a instal·lació fotovoltaica de connexió a xarxa, monofàsic, SMA STP10.0-3AV-40 amb una 202aixa202ió nominal de 10 Kw	1.760,34 €	3	Ud	5.281,02 €
Bateries de liti amb una capacitat de 9,23 KWh, SMA Sunny Island 8.0H	2.806,16 €	9	Ud	25.255,44 €
Analitzador de xarxes domèstiques per mesurar la qualitat de l'subministrament i amb sistema SGE (Sistema de Gestió Energètica) incorporat. Permet a l'usuari controlar la seva instal·lació 202aixa202ión des de la seva Smartphone. Completament instal·lat i deixat en funcionament. Inclosos en la partida, tots els materials necessaris per a la correcta finalització de la partida d'obra.	335,44 €	1	Ud	335,44 €
Cable amb conductor de coure 450/750 V de tensió assignada, amb designació H07Z-K (AS), unipolar, de 202aixa202i 1 x 4 mm ² , amb aïllament poliolefines, amb baixa emissió fums, col·locat en tub	3,57 €	120	m	428,40 €
Grup electrogen insonoritzat de 15 KVA, 400 V, amb alternador, instal·lat sobre dipòsit de combustible. Model GBW15P-ALT, de PRAMAC	6.473,50 €	1	Ud	6.473,50 €

Instal·lació elèctrica				
<p>Subministrament i col·locació de quadre general de 203aixa203i</p> <p>203aixa203i de la instal·lació 203aixa203i de l'habitatge unifamiliar de la caseta solar. Inclosos materials necessaris per a la correcta instal·lació de el quadre, elements de 203aixa203i, 203aixa de col·locació, porta i carrils DIN, 203aixa203i203i203i203i:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Interruptor màgnetotèrmic de 63^a -Interruptor màgnetotèrmic de 25^a -Interruptor màgnetotèrmic de 50^a -Interruptor màgnetotèrmic de 20^a -2xInterruptor diferencial de 63^a/300mA -Interruptor diferencial de 25^a/300mA -Interruptor diferencial de 20^a/300mA <p>Materials de la marca Shneider Electric, Legrand o equivalents.</p>	452,00 €	1	Ud	452,00 €
<p>Subministrament i col·locació de subquadre general de 203aixa203i203i203i203i i 203aixa203i203i de la instal·lació 203aixa203i de l'habitatge unifamiliar de la casa principal part gran. Inclosos materials necessaris per a la correcta instal·lació de el quadre, elements de 203aixa203i203i, 203aixa de col·locació, porta i carrils DIN, 203aixa203i203i203i203i:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Interruptor màgnetotèrmic de 63^a -2xInterruptor diferencial 63^a/30mA -Interruptor diferencial 25^a/30mA -3xInterruptor màgnetotèrmic de 10^a -7xInterruptor màgnetotèrmic de 16^a -2xInterruptor màgnetotèrmic de 25^a <p>Materials de la marca Shneider Electric, Legrand o equivalents.</p>	431,00 €	1	Ud	431,00 €

<p>Subministrament i col·locació de subquadre general de 204aixa204i204 de la instal·lació 204aixa204i de l'habitatge unifamiliar de la casa principal part petita. Inclosos materials necessaris per a la correcta instal·lació de el quadre, elements de 204aixa204i204, 204aixa de col·locació, porta i carrils DIN, 204aixa204i204204e:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Interruptor màgnetotèrmic de 25^a -Interruptor diferencial de 40^a/30mA -2xInterruptor diferencial de 25^a/30mA -3xInterruptor magnetotèrmic de 10^a -3xInterruptor magnetotèrmic de 16^a -Interruptor magnetotèrmic de 25^a <p>Materials de la marca Shneider Electric, Legrand o equivalents.</p>	310,00 €	1	Ud	310,00 €
<p>Subministrament i col·locació de subquadre general de 204aixa204i204204204 i 204aixa204i204 de la instal·lació 204aixa204i de l'habitatge unifamiliar de la casa vinculada. Inclosos materials necessaris per a la correcta instal·lació de el quadre, elements de 204aixa204i204, 204aixa de col·locació, porta i carrils DIN, 204aixa204i204204204e:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Interruptor màgnetotèrmic de 50^a -Interruptor diferencial de 63^a/30mA -2xInterruptor diferencial de 25^a/30mA -4xInterruptor magnetotèrmic de 10 A -6xInterruptor magnetotèrmic de 16 A -2xInterruptor magnetotèrmic de 25 A <p>Materials de la marca Shneider Electric, Legrand o equivalents.</p>	472,00 €		Ud	- €

Subministrament i col·locació de subquadre general de 205aixax205i3n205205205 i 205aixax205i3n205 de la instal·lació 205aixax205i3n de l'habitatge unifamiliar de la sala de màquines. Inclosos materials necessaris per a la correcta instal·lació de el quadre, elements de 205aixax205i3n205, 205aixax de col·locació, porta i carrils DIN, 205aixax205i3n205205205e: -Interruptor màgnetotèrmic de 20ª -Interruptor diferencial de 25ª/30mA -Interruptor magnetotèrmic 10 A -2xInterruptor magnetotèrmic de 16 A -Interruptor magnetotèrmic de 25 A Materials de la marca Shneider Electric, Legrand o equivalents.	240,00 €	1	Ud	240,00 €
Cable amb conductor de coure de 0,6 / 1kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS +),35 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub	24,38 €	81	m	1.974,78 €
Cable amb conductor de coure de 0,6 / 1kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS +),25 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub	21,23 €	160	m	3.396,80 €
Cable amb conductor de coure de 0,6 / 1kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS +),10 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub	17,36 €	46	m	798,56 €
Tub rígide de XLPE, de 63 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una 205aixax205i3n205205 a l'impacte de 6 J, 205aixax205i3n205205 a compressió de 250 N, d'1,2 mm de gruix, amb unió encolada i com a canalització soterrada	5,97 €	241	m	1.438,77 €

Tub rígid de XLPE, de 50 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una 206aixa206i 206i 206 a l'impacte de 6 J, 206aixa206i 206i 206 a compressió de 250 N, d'1,2 mm de gruix, amb unió encolada i com a canalització soterrada	4,15 €	46	m	190,90 €
Cable amb conductor de coure 450/750 V de tensió assignada, amb designació ES07Z1-K (AS), unipolar, de 206aixa206i 1,5 mm ² , amb aïllament poliolefines, amb baixa emissió fums, col·locat en tub	1,23 €	1100	m	1.353,00 €
Cable amb conductor de coure 450/750 V de tensió assignada, amb designació ES07Z1-K (AS), unipolar, de 206aixa206i 2,5 mm ² , amb aïllament poliolefines, amb baixa emissió fums, col·locat en tub	1,39 €	2200	m	3.058,00 €
Cable amb conductor de coure 450/750 V de tensió assignada, amb designació ES07Z1-K (AS), unipolar, de 206aixa206i 6 mm ² , amb aïllament poliolefines, amb baixa emissió fums, col·locat en tub	3,54 €	350	m	1.239,00 €
Cable amb conductor de coure de 0,6 / 1kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), 1,5 mm ² , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub	2,14 €	300	m	642,00 €
Cable amb conductor de coure de 0,6 / 1kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), 6 mm ² , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub	2,58 €	150	m	387,00 €
Cable amb conductor de coure 450/750 V de tensió assignada, amb designació ES07Z1-K (AS), unipolar, de 206aixa206i 4 mm ² , amb aïllament poliolefines, amb baixa emissió fums, col·locat en tub	1,63 €	15	m	24,45 €

Tub flexible corrugat de XLPE, de 16 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, baixa emissió de fums i sense emissió de gasos tòxics ni corrosius, 207aixa207i3n207207 a l'impacte de 2 J, 207aixa207i3n207207 a la compressió de 320 N i una rigidesa 207aixa207i3n207207 de 2000 V, muntat sobre fals sostre	1,83 €	150	m	274,50 €
Tub flexible corrugat de XLPE , de 25 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, baixa emissió de fums i sense emissió de gasos tòxics ni corrosius, 207aixa207i3n207207 a l'impacte de 2 J, 207aixa207i3n207207 a la compressió de 320 N i una rigidesa 207aixa207i3n207207 de 2000 V, muntat sobre fals sostre	2,38 €	50	m	119,00 €
Tub flexible corrugat de XLPE , de 50 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, baixa emissió de fums i sense emissió de gasos tòxics ni corrosius, 207aixa207i3n207207 a l'impacte de 2 J, 207aixa207i3n207207 a la compressió de 320 N i una rigidesa 207aixa207i3n207207 de 2000 V, muntat sobre fals sostre	5,32 €	30	m	159,60 €
Tub flexible corrugat de PVC , de 16 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, baixa emissió de fums i sense emissió de gasos tòxics ni corrosius, 207aixa207i3n207207 a l'impacte de 2 J, 207aixa207i3n207207 a la compressió de 320 N i una rigidesa 207aixa207i3n207207 de 2000 V, muntat sobre fals sostre	1,15 €	660	m	1.570,80 €
Tub flexible corrugat de PVC , de 20 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, baixa emissió de fums i sense emissió de gasos tòxics ni corrosius, 207aixa207i3n207207 a l'impacte de 2 J, 207aixa207i3n207207 a la compressió de 320 N i una rigidesa 207aixa207i3n207207 de 2000 V, muntat sobre fals sostre	1,85 €	1500	m	2.775,00 €

Tub flexible corrugat de PVC , de 25 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, baixa emissió de fums i sense emissió de gasos tòxics ni corrosius, 208aixax208i3n208208 a l'impacte de 2 J, 208aixax208i3n208208 a la compressió de 320 N i una rigidesa 208aixax208i3n208208 de 2000 V, muntat sobre fals sostre	2,15 €	200	m	430,00 €
Caixa de derivació rectangular de plàstic, de 100x160 mm, amb grau de 208aixax208i3n208 IP-40, encastada	21,04 €	80	Ud	1.683,20 €
Caixa de derivació rectangular de planxa d'hacer, de 110x215 mm, amb grau de 208aixax208i3n208 IP-40, muntada superficialment	35,46 €	80	Ud	2.836,80 €
Presa de corrent tipus universal, d'espigues planes (2P + T), 25 A 250 V, amb tapa, preu econ3mic, encastada	15,86 €	6	Ud	95,16 €
Presa de corrent de 208aixax208i3n208, bipolar com presa de terra lateral, (2P + T), 16 A 250 V, amb tapa i 208aixax estanca, amb grau de 208aixax208i3n208 IP-55, preu mitjà, muntada superficialment	15,33 €	3	Ud	45,99 €
Presa de corrent per a receptor, bipolar amb presa de terra lateral (2P + T), 16 A 250 V.	15,02 €	103	Ud	1.547,06 €
Interruptor, de tipus universal, bipolar (2P), 16 AX / 250 V, amb tecla, preu mitjà, encastat	19,60 €	19	Ud	372,40 €
Commutador, de tipus universal, unipolar (1P), 16 AX / 250 V, amb tecla, preu mitjà, encastat	14,84 €	56	Ud	831,04 €
Commutador de creuament, de tipus universal, unipolar (1P), 10 AX / 250 V, amb tecla, preu mitjà, encastat	18,61 €	13	Ud	241,93 €
Punt de llum interior i adequació de la 208aixax208i3n208 de sostre per a posterior col·locació de lluminària en aquesta 208aixax208i3n208. Inclou la regleta i els materials necessaris per a la correcta finalització de la partida d'obra.	20,26 €	87	Ud	1.762,62 €

Punt de llum exterior i adequació de la 209aixa209i3n209 de sostre per a posterior col·locació de lluminària en aquesta 209aixa209i3n209. Inclou la regleta i els materials necessaris per a la correcta finalització de la partida d'obra.	25,32 €	35	Ud	886,20 €
---	---------	----	----	----------

Instal·lació de posada a terra				
Conductor de coure hacer, unipolar de 209aixa209i 1x35 mm2, muntat en malla de connexió a terra	14,87 €	200	Ud	2.974,00 €
Piqueta de connexió a terra i d'hacer, amb recobriment de coure 300 micres de gruix, de 2500 mm longitud de 18,3 mm de diàmetre, clavada a terra	54,90 €	18	Ud	988,20 €
Realització de soldadura aluminotèrmica amb els materials i elements necessaris per dur a terme el procés. Procediment de soldadura que es basa en un procés exotèrmic de tèrmit, en què la 209aixa209i3n d'òxid de ferro deixa com a residu alumini. Deixada en funcionament i amb correcta instal·lació.	39,42 €	22	Ud	867,24 €
Punt de connexió a terra amb pont seccionador de platina de coure, muntat en 209aixa estanca i col·locat superficialment	51,58 €	4	Ud	206,32 €
Pericó de registre de formigó prefabricat sense fons de 30x30x33 cm, per a instal·lacions de serveis, col·locat sobre llit de grava de 15 cm de gruix i reblert lateral amb terra de la mateixa excavació	72,97 €	3	Ud	218,91 €

Finalment, un cop analitzates cada instal·lació per separat, es realitza un sumatori total del material necessari pel projecte, això suposa un total de:

Material total projecte	256.926,86 €
-------------------------	--------------

A continuació, s'unifiquen tots els costos per suposar el **cost total del projecte**. Per realitzar l'estimació s'ha tingut en compte un total de:

- Hores de disseny i redacció del projecte (20€/h)= 600h
- Hores d'implementació del projecte(18€/h) = 1800h

Material total projecte	256.926,86 €
Hores de disseny del projecte	12.000,00 €
Hores d'implementació del projecte	32.400,00 €
Cost Total Projecte	301.326,86 €

Un cop calculat el cost total del projecte, l'últim pas es calcular el PVP. El preu de venda al públic és calcularà afegint un 13% de despeses generals, un 6% de benefici industrial i posteriorment un 21% d'IVA:

PVP Projecte	433.880,54 €
--------------	---------------------

Aquest projecte tindrà una validesa de màxim un any.

12. Conclusions

Un cop finalitzat el projecte i recordant els requisits imposats en un primer moment, es pot dir que s'han aconseguit complir cada un d'ells tal i com es van proposar, per aquest mateix motiu es considera que el treball realitzat es considera satisfactori. Això es degut que s'ha aconseguit assolir la meta principal de realitzar les instal·lacions de forma correcta i poder satisfer les necessitats de una forma idònia als habitants de l'habitatge.

La utilització d'energies renovables ens ha permès reduir les emissions cap al medi ambient comparat amb els combustibles fòssils, i també a la vegada complir que sigui un habitatge sostenible.

Tot això implica uns costos que s'han vist reflectits al apartat de pressupost, però tot i així considero que és un projecte totalment viable però amb unes condicions econòmiques una mica elevades ja que el fet d'haver tingut un habitatge totalment aïllat ens ha fet que nosaltres mateixos ens hem hagut d'auto alimentar en totes les instal·lacions.

A nivell personal, durant el projecte he passat per algun que altre moment de dificultat per l'absència de molts coneixements que no dominava ja que no eren del meu ramal, però tot i així, el tema m'interessava i em feia voler seguir investigant sobre aquests paràmetres que desconeixia per seguir avançant en les instal·lacions.

Es per això mateix, que partint d'una base on molts coneixements no els tenia assolits estic molt content amb els resultats obtinguts ja que ha estat un projecte que m'ha fet aprendre a realitzar correctament les instal·lacions hi ha evolucionar en molts àmbits.

Finalment crec que ha estat una molt bona decisió haver fet aquest projecte ja que m'ha fet adonar-me que el món sobre les instal·lacions és un àmbit que m'apassiona molt i que vull dedicar-m'hi durant un període de la meua vida.

13. Bibliografia

- Información adicional. *ANEXO 1. CARTOGRAFÍA DEL PLAN HIDROLÓGICO*. (n.d.).
- GOB Menorca. (2007) *L'AIGUA A MENORCA Document d'anàlisi i propostes*. (n.d.).
- UPONOR. (2015) *Instalaciones de Fontanería y Calefacción*. (n.d.).
- Código Técnico. (n.d.). Retrieved from <https://www.codigotecnico.org/>
- Govern Illes Balears. (n.d.). Retrieved from <http://www.caib.es/govern/index.do?lang=ca>
- Diversificación Ahorro de la Energía, I. (n.d.). *Comentarios RITE 2007 Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios*. Retrieved from www.idae.es
- Formatec. (n.d.). Retrieved from <http://formatec.iformacion.es/login/index.php>
- Cómo calcular la potencia, las necesidades de combustible y el ahorro que obtienes con una instalación de biomasa (Caso práctico y comparativa) - Click Renovables. (n.d.). Retrieved from <https://clickrenovables.com/blog/como-calculer-la-potencia-las-necesidades-de-combustible-y-el-ahorro-que-obtienes-con-una-instalacion-de-biomasa-caso-practico-y-comparativa/>
- ATECYR. (2010) *Guía técnica de agua caliente sanitaria central* (n.d.).
- Estatal Boletín Oficial del Estado, A. (2007). *Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios* (n.d.).
- ¿Cómo evitar la falta de agua en una vivienda? - Eternit Tanques. (n.d.). Retrieved from <https://www.tanqueseternit.com.ar/es-es/tanques-de-agua/articulo/falta-de-agua-en-viviendas>
- GONZALEZ, B. B. (2020) *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 6ª Ed.*, Marcombo (n.d.).